

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding

NN31545.0626

DE WATERHUISHOUDING BIJ HOOG EN VERLAAGD SLOOTPEIL  
OP DE PROEFBOERDERIJ TE ZEGVELD

L. Havinga, D. Hettinga en C.J. Schothorst

DEEL 1  
WATERHUISHOUDING



---

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun Inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

---

193661

## I N H O U D

	Blz.
INLEIDING	1
DE GRONDWATERSTAND BIJ SLOOTPEIL VAN 0,30 en 0,60 m - m.v. IN DE PERIODE 1967 TOT 1969	2
DE DOORLATENDHEID VAN HET BODEMPROFIEL	5
DE REPRESENTATIVITEIT VAN HET POLDERPEIL	6
SLOOTPEIL EN GRONDWATERSTAND IN DE PERIODE 1969 TOT EN MET VOORJAAR 1971	8
OVERZICHTSKARTERING VAN DRAAGKRACHT IN 1967	16
FYSISCH KENMERKEN VAN DE ZODELAAG	16
DRAAGKRACHT PROBLEMEN IN DE PERIODE 1967 TOT EN MET 1969	18
DRAAGKRACHT IN 1970	21
VOCHTHUISHOUDING	27
BODEMCLASSIFICATIE VOLGENS STIBOKA	31
DE ZUURGRAAD	32
TOEPASSING VAN BEVLOEIING	33
DE AFVOER	35
HET EFFECT VAN DRAINAGE	39
INTREE-WEERSTAND BIJ BUISDRAINAGE	42
SAMENVATTING	42
LITERATUUR	46

## INLEIDING

In verband met de mogelijkheid om op de proefboerderij te Zegveld het effect van polderpeilverlaging bij veengrasland te bestuderen in bedrijfsverband, werd in 1967 begonnen met een oriënterend onderzoek naar het verband tussen slootpeil en grondwaterstand. Het ging hierbij speciaal om de vraag in welke mate peilverlaging toegepast zou moeten worden om via verlaging van de grondwaterstand een voldoende draagkracht van de grond in natte perioden te kunnen bereiken. Een ander vraagpunt vormde de wenselijkheid van aanvullende maatregelen als bijvoorbeeld toepassing van drainage.

De resultaten van dit oriënterend onderzoek vormden het uitgangspunt bij de opstelling van een proefplan voor de proefboerderij. Deze werd hierbij in 4 vakken ingedeeld, waarvan 2 vakken met hoog slootpeil (polderpeil) en 2 vakken met verlaagd slootpeil (Nota nr 419 en 420, 1967).

Na goedkeuring van het plan door betrokken instanties werden in het voorjaar van 1969 de werkzaamheden ten behoeve van de inrichting van de proef uitgevoerd overeenkomstig het proefplan van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding. De kosten van aanleg werden grotendeels door de Cultuurtechnische Dienst gesubsidieerd. Het werk werd uitgevoerd door de Koninklijke Nederlandsche Heidemaatschappij. Volgens een besluit van de werkgroep 'Onderzoek Proefboerderij Zegveld' zouden de waterhuishoudkundige en grondmechanische aspecten van het onderzoek door het ICW worden bestudeerd. Het proefstation voor de Akker- en Weidebouw zal het onderzoek verrichten betreffende de graslandexploitatie. Dit wordt vanaf 1971 voortgezet door het Proefstation voor de Rundveehouderij. Het Consulentenschap voor Ryndveehouderij te Utrecht en medewerkers van de proefboerderij zullen hun medewerking verlenen bij de periodieke meting van de draagkracht en de verzorging van de meetapparatuur voor de registratie van de grondwaterstanden en eventuele andere waarnemingen.

Door het P.A.W. respectievelijk het Proefstation voor de Rundveehouderij werd reeds verslag uitgebracht over de resultaten van de proefboerderij in de jaren 1968 en 1969.

In 1968 werd reeds proef gedraaid met gescheiden bedrijfsvoering met 2 gelijke koppels vee volgens het nog niet gerealiseerde proefplan van slootpeilen. Zoals reeds gezegd kwam het proefplan in het voorjaar van 1969 tot stand wat echter gepaard ging met een belangrijk opbrengstverlies bij de eerste snede op de proefvakken met verlaagd peil als gevolg van het uitbaggeren van de sloten.

Het vergelijkend onderzoek in 1969 startte dus met een achterstand van de proefvakken met verlaagd peil ten opzichte van de proefvakken met hoog peil.

Wat betreft de aspecten van inklinking als gevolg van peilverlaging werd door het ICW reeds verslag uitgebracht (nota nr 604, 1971). Een verslag van de waterhuishoudkundige aspecten volgt bij deze.

#### DE GRONDWATERSTAND BIJ SLOOTPEIL VAN 0,30 m en 0,60 m - m.v. IN DE PERIODE 1967 TOT 1969

Zoals in de inleiding vermeld werd in 1967 begonnen met een oriënterend onderzoek naar het verband tussen slootpeil en grondwaterstand met zelfregistrerende apparatuur op een perceel begrensd door een hoogwatersloot (perc. 9) respectievelijk door een onderbemalen sloot (perc. 1).

De slootpeilen bedroegen respectievelijk 0,30 m en 0,60 m - m.v. of wel 2,35 m en 2,65 m - N.A.P. Deze periode van onderzoek liep van maart 1967 tot december 1968.

In november 1968 werd begonnen met de uitvoering van de werkzaamheden ten behoeve van de proefinrichting bestaande uit uitbaggeren en op diepte brengen van de sloten met een toekomstig peil van 2,85 m - NAP. Gelijktijdig begon de registratie van de grondwaterstand op 5 nieuwe proefpercelen. Een drainage werd in maart 1969 aangebracht bestaande uit 1 respectievelijk 2 reeksen bij een slootafstand van 30 tot 40 m respectievelijk 40 tot 60 m. De peilen in de diverse proefvakken werden begin april 1969 volgens het proefplan ingesteld.

De inzichten verkregen in de periode 1967 - 1968 waren voor een groot deel bepalend voor de hoogte van het lage peil en de toepassing van drainage.

In verband met de handhaving van een goede draagkracht wordt aan

de grondwaterstand de eis gesteld dat deze niet hoger mag stijgen dan tot 0,30 m - m.v.

Tabel 1 laat zien in hoeverre aan deze eis in genoemde periode werd voldaan.

Tabel 1. De overschrijding van een grondwaterstand van 0,30 m - m.v. in aantal dagen en percentage van de tijd bij een slootpeil van 0,30 m en 0,60 m - m.v. in de periode van maart 1967 tot maart 1969

Slootpeil	Neerslag (mm)		Verdamping ( $E_o$ )	Over- schot ( $N-E_o$ )	Slootpeil (m - m.v.)			
	gemeten normaal				0,60		0,30	
					aantal	%	aantal	%
1967 mrt. - apr.	117	100	130	- 13	2	3	30	49
aug. - okt.	298	235	183	+ 115	11	12	21	23
nov. - febr. '68	370	273	34	+ 336	80	67	120	100
1968 mrt. - apr.	73	100	142	- 69	0	0	16	26
aug. - okt.	347	235	163	+ 184	29	31	48	52
nov. - febr. '69	171	273	31	+ 140	54	45	120	100

De gemeten neerslag heeft betrekking op Zegveld. De verdampingscijfers zijn afkomstig van het KNMI te De Bilt evenals de cijfers voor de normale neerslag. Dit is het gemiddelde van de periode 1945-'70. De periode mei tot en met juli is niet in de tabel opgenomen omdat in deze periode als gevolg van een verdampingsoverschot de grondwaterstand zich steeds dieper dan 0,30 m - m.v. bevond, zowel bij hoog als bij verlaagd slootpeil. De draagkracht vormde in deze periode geen probleem.

Tabel 1 geldt dus voor de klimatologische omstandigheden van de betreffende jaren en bij de gegeven perceelsbreedte. Deze bedraagt 25 meter.

Met uitzondering van het voorjaar van 1968 waren de in tabel 1 vermelde perioden nat tot zeer nat.

In een voorjaar als 1967 met een vrij normale hoeveelheid neerslag lijkt een slootpeil van 0,60 m - m.v. redelijk aan de eis te voldoen in tegenstelling met een slootpeil van 0,30 m. De verdamping is dan nage-

noeg gelijk aan de neerslag zodat er geen sprake is van een neerslagoverschot. De afvoer schiet echter tekort in langdurige natte perioden met een belangrijk regenoverschot (winter 1967/'68, de periode aug. t/m okt. 1968 en winter 1968/'69).

In deze perioden steeg het grondwaterniveau bij een slootpeil van 0,60 m tot gemiddeld 0,20 m - m.v. Ofschoon dit dus niet aan de eisen voldoet ten aanzien van de draagkracht is de situatie toch aanzienlijk gunstiger dan bij hoog slootpeil waar in dezelfde perioden de grondwaterstand zich gemiddeld op 0,05 m - m.v. bevond. In het laatste geval is bij een slootpeil van 0,30 m - m.v. slechts na lange droge perioden een grondwaterstand van 0,30 m - m.v. te verwachten. In deze situatie is de draagkracht minimaal terwijl de periode van drassigheid aanzienlijk langer aanhoudt zoals in een volgend hoofdstuk nader zal worden toegelicht.

Een ander belangrijk gegeven betreft de maximale diepte van de zomergrondwaterstand. Verlaging van deze is bepalend voor de zakking van maaiveld die na peilverlaging zou kunnen optreden.

Volgens het onderhavige onderzoek blijkt de maximale diepte van de zomergrondwaterstand bij een peilverlaging van 0,30 m te zakken van 2,70 m tot 2,85 m - NAP, dus 0,15 m. De daling van de grondwaterstand bedraagt ca. 50 % van de peilverlaging. Dit geldt zowel voor de winter- als de zomergrondwaterstand.

In feite werd de proefboerderij in 1967 reeds grotendeels onderbemalen tot gemiddeld 2,65 m - NAP waarbij de zomergrondwaterstand daalt tot 2,85 m - NAP. Door nu het slootpeil niet verder te verlagen dan tot dit niveau zal eventuele zakking van maaiveld tot een minimum beperkt blijven.

Volgens een waterpassing van de K.N.H.M. uitgevoerd in december 1966 bedraagt de gemiddelde maaiveldhoogte 2,05 m - NAP zodat bij een peilverlaging tot 2,85 m - NAP een drooglegging van 0,80 m bereikt zou kunnen worden.

Anderzijds bleek een slootpeil van 0,60 m bij een perceelsbreedte van 25 m niet in alle omstandigheden aan de eisen te voldoen. De gemiddelde perceelsbreedte bedraagt echter ca. 50 m zodat om deze redenen besloten werd om ook drainage in het proefplan op te nemen.

## DE DOORLATENDHEID VAN HET BODEMPROFIEL

Ten behoeve van het drainageplan werd een doorlatendheidsonderzoek ingesteld waarvan het resultaat in tabel 2 is weergegeven.

Tabel 2. De doorlatendheid (k-factor) in verband met de diepte beneden maaiveld

Laag - m.v.	k-factor
0,30 - 0,50 m	1,95 m/etm.
0,50 - 0,70 m	0,93 m/etm.
0,70 - 1,00 m	0,18 m/etm.

Volgens de formule van Hooghoudt zou bij de gegeven doorlatendheid, een draindiepte van 0,80 m - m.v. een maximale stijghoogte van het grondwaterniveau tot 0,50 m boven drainniveau en een afvoer van 7 mm/etm. een drain- respectievelijk slootafstand van 18 respectievelijk 28 m worden vereist.

Hierop is het drainagesysteem van het proefplan gebaseerd (nota nr 419 en 420 ICW).

In aansluiting op het veldonderzoek werden 4 profielen laagsgewijs van 0 tot 1,00 m - m.v. bemonsterd in drievoud om de doorlatendheid op het laboratorium te bepalen. De uitkomsten vertoonden een buitengewoon grote spreiding. Binnen dezelfde laag kunnen de k-factoren variëren van 2,5 tot 150 m/etm. Bij de berekening van de gemiddelde k-factor per laag zijn sterk afwijkende getallen met  $k > 20$  m buiten beschouwing gelaten.

Tabel 3 geeft een overzicht van de gemiddelde waarden per laag van 0,10 m per profiel.

Tabel 3. De gemiddelde doorlatendheid (k in m/etm.) volgens bepaling op laboratorium

		P r o f i e l			
		1 - 4	1 - 15	9 - 4	9 - 15
Laag	0 - 10	0,002	0,34	0,10	2,80
	10 - 20	0,92	1,90	0,23	4,05
	20 - 30	9,70	3,50	0,005	0,07
	30 - 40	9,00	15,20	0,11	1,80
	40 - 50	4,77	28,75	0,32	0,72
	50 - 60	2,68	5,20	21,90	1,55
	60 - 70	8,50	4,20	16,40	8,80
	70 - 80	8,00	9,05	0,20	11,80
	80 - 90	0,77	5,40	1,23	10,10
	90 - 100	4,20	8,50	0,08	9,55

Uit deze cijfers kan men slechts concluderen dat de doorlatendheid in het algemeen buitengewoon goed is. Het bevestigt de resultaten van het veldonderzoek behoudens dat geen duidelijke afname van doorlatendheid met de diepte beneden maaiveld wordt gevonden.

Profielen 1 - 4 en 9 - 4 hebben betrekking op de afstand van de monsterplek tot de sloot van 4 m en de profielen 1 - 15 en 9 - 15 op een afstand van 15 m tot de sloot.

#### DE REPRESENTATIEVITEIT VAN HET POLDERPEIL

De inrichting van de proef had tot consequentie dat de helft van de oppervlakte van de proefboerderij vanuit de onderbemalen situatie op polderpeil gebracht moest worden, zodat het slootpeil met 0,30 m moest worden verhoogd. De drooglegging werd voor dit gedeelte dus van 0,50 m verminderd tot 0,20 m - m.v. Hierbij rees de vraag of een dergelijk hoog peil wel representatief geacht kon worden voor de veenweidegronden, hetgeen werd betwijfeld. De peilen werden door sommige leden van de werkgroep te hoog geacht.



Naar aanleiding van deze discussie werd met behulp van Waterstaatskaarten tabel 4 opgesteld. Deze geeft een overzicht van de drooglegging van diverse veenweidepolders in West-Nederland.

Tabel 4. Het zomerpeil (z.p.) en maaiveldhoogte (m.v.) in m - NAP en drooglegging (dr.l.) in m - m.v. van enige veenweidepolders volgens de Waterstaatskaarten

Polder	z.p.	m.v.	dr.l.
Ronde Hoep	2,30	2,10	0,20
Wilnis - Demmerik	1,85	1,60 - 1,70	0,25 - 0,15
Portengen	1,75	1,50 - 1,60	0,25 - 0,15
Kamerik - Mijzijde	1,70	1,40	0,30
Zegveld (dorp)	1,94	1,50 - 1,70	0,44 - 0,24
Meijepolder	2,36	1,80 - 2,10	0,56 - 0,26
Reeuwijk	2,09	1,70 - 1,90	0,40 - 0,20
Kamerik - Teijlingens	1,73	1,50 - 1,60	0,23 - 0,13
Lange Weide	2,12	1,70 - 1,90	0,42 - 0,22
Assendelft	1,50	1,30 - 1,50	0,20 - 0,00
Westzaan	0,95	0,80 - 1,00	0,15 - 0,05
Oostzaan	1,25	1,00 - 1,40	0,25 - 0,15
Waterland	1,35	1,10 - 1,20	0,25 - 0,15

Volgens deze gegevens bedraagt de drooglegging bij zomerpeil gemiddeld niet meer dan 0,30 m - m.v. In het mosveengebied ten noorden van het Noordzeekanaal is het zelfs niet meer dan 0,20 m - m.v. De winterpeilen zijn zelden meer dan 0,10 m lager dan het zomerpeil. Voor de diverse percelen van de proefboerderij werd de situatie volgens het proefplan, gebaseerd op de hoogtemeting van december 1966, als volgt.

Tabel 5. De drooglegging van de percelen van de proefboerderij volgens het proefplan

Perceel	Hoogte-NAP	Slootpeil-NAP	Drooglegging
1, 2, 15 (zuid), 16, 19 en 20a	2,05	2,85	0,80 m
3, 4, 5, 15 (noord)	2,15	2,85	0,70 m
17	1,95	2,85	0,90 m
18	1,85	2,85	1,00 m
6	2,20	2,30	0,10 m
7, 8, 10, 11, 12, 13, 14 en 20b	2,05	2,30	0,25 m

De situatie bij verhoogd polderpeil komt met een gemiddelde drooglegging van 0,25 m goed overeen met de algemene situatie in het veenweidegebied, met uitzondering van perceel 6. Voor dit perceel is om deze reden in het voorjaar van 1970 een corrigerende maatregel toegepast door het peil hier 0,20 m te verlagen.

Verder zij opgemerkt dat het maaiveld volgens een hoogte meting in april 1969 gemiddeld 0,05 tot 0,10 m is gezakt ten opzichte van de hoogte in december 1966. Dit kan niet als een direct gevolg van de uitvoering van de werkzaamheden in het voorjaar van 1969 ten behoeve van de proefaanleg worden beschouwd, omdat deze zakking op alle percelen werd geconstateerd, dus ook op de percelen waar geen werken werden uitgevoerd. Deze algemene zakking is vermoedelijk een gevolg van de peilverlaging die in ruilverkavelingsverband, in december 1965 tot stand kwam (zie nota ICW nr 604, 1971).

#### SLOOTPEIL EN GRONDWATERSTAND IN DE PERIODE 1969 TOT EN MET VOORJAAR 1971

Nadat in maart 1969 de drainage was aangebracht en de peilen volgens het proefplan op 2,35 m respectievelijk 2,85 m - NAP in de verschillende proefvakken waren ingesteld werd sindsdien de ontwateringsnorm (0,30 m - m.v.) bij een slootpeil van 0,70 m - m.v. (2,85 m - NAP) nauwelijks meer overschreden in tegenstelling met de voorafgaande jaren (zie tabel 1). Het verloop van de grondwaterstand met de tijd wordt bij

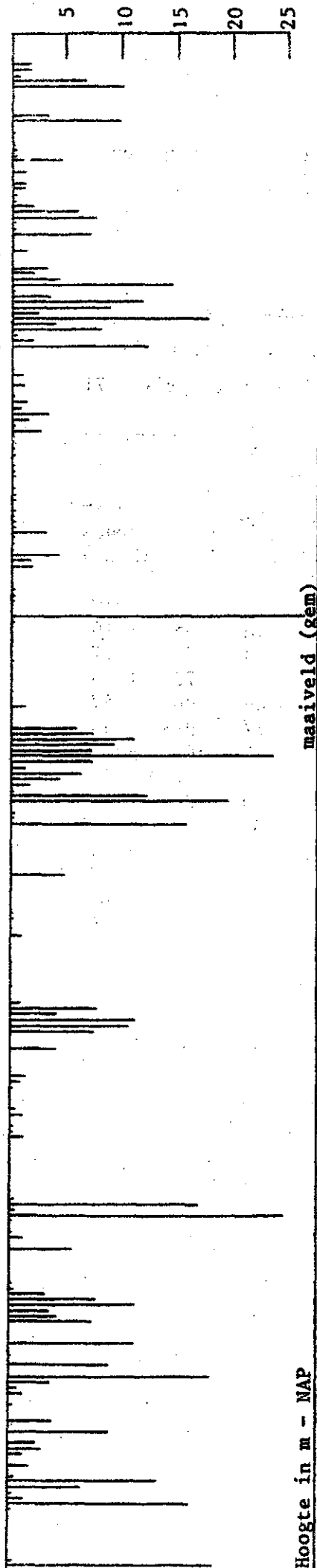
de onderscheiden slootpeilen in de fig. 1a tot en met 1c weergegeven, terwijl tabel 6 een overzicht per maand geeft van de mate van overschrijding van de ontwateringsnorm..

Tabel 6. Aantal dagen van overschrijding van de ontwateringsnorm  
(0,30 m - m.v.) bij hoog (0,20 m - m.v.) en laag slootpeil  
(0,70 m - m.v.) in de periode maart 1969 tot en met april 1971

Slootpeil perceel	2,85 m - NAP		2,35 m - NAP			Neerslag (mm)		Ver- dam- ping E <sub>o</sub>	Over- schot (N-E <sub>o</sub> )
	3	16	8	13	20b	geme- ten	nor- maal		
hoogte m.v.-NAP	2,25	2,15	2,10	2,15	2,15				
maart 1969	5	12	25	18	22	51	48	35	+ 16
april	0	0	14	19	13	88	53	71	+ 17
mei	0	1	27	22	26	79	55	73	+ 6
juni	0	0	8	17	13	49	66	96	- 47
juli	0	0	0	0	0	44	77	99	- 45
augustus	0	0	0	11	2	137	105	104	+ 33
september	0	0	0	16	0	39	71	58	- 19
oktober	0	0	0	0	0	19	60	27	- 8
november	0	0	15	21	19	124	72	19	+105
december	0	1	25	31	25	44	80	3	+ 41
januari 1970	0	0	22	25	21	56	66	4	+ 52
februari	12	6	28	28	28	115	55	15	+100
maart	1	2	31	31	31	51	48	35	+ 16
april	0	0	30	30	28	82	53	22	+ 60
mei	0	0	6	6	6	15	55	87	- 72
juni	0	0	0	0	0	34	66	161	-127
juli	0	0	0	0	0	90	77	82	+ 8
augustus	0	0	0	0	0	45	105	94	- 49
september	0	0	1	2	0	72	71	67	+ 5
oktober	0	0	0	25	0	121	60	27	+ 94
november	1	4	30	30	28	116	72	20	+ 96
december	1	0	28	23	24	62	80	2	+ 60
januari 1971	0	0	20	24	11	43	66		
februari	0	2	28	28	20	52	55		
maart	0	0	25	29	11	41	48		
april	0	0	0	0	0	25	53		

Er blijkt dat volgens tabel 6 slechts in februari 1970 een overschrijding van de ontwateringsnorm plaats vond bij een laag slootpeil gedurende een tiental dagen. Dit deed zich voor bij een neerslagintensiteit van 4 mm/etm. Dezelfde neerslagintensiteit kwam ook in de maanden

Neerslag in mm per etm.



Hoogte in m - NAP

maasveld (gem)

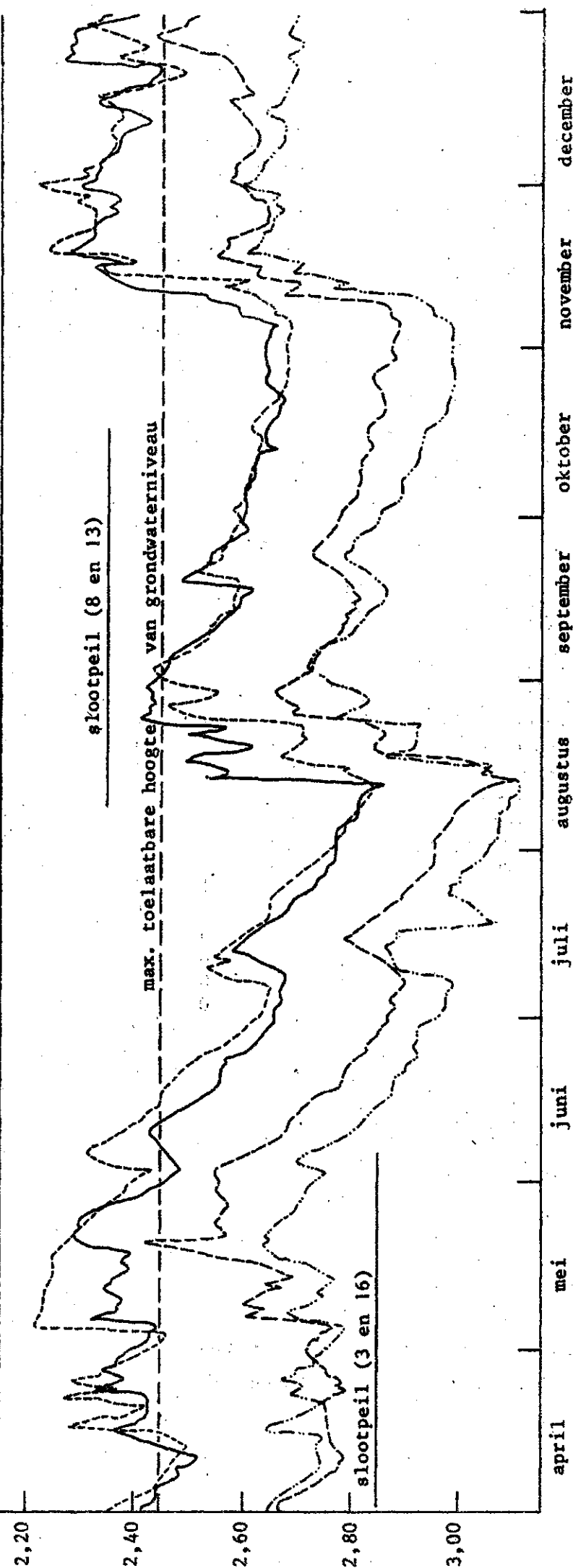


Fig. 1a. Het verloop van het freatisch niveau in 1969 bij slootpeil van 0,70 m - m.v. (perc. 3 --- .. en perc. 16 ---) en bij slootpeil van 0,20 m - m.v. (perc. 8 ----- en perc. 13 -----)

1969

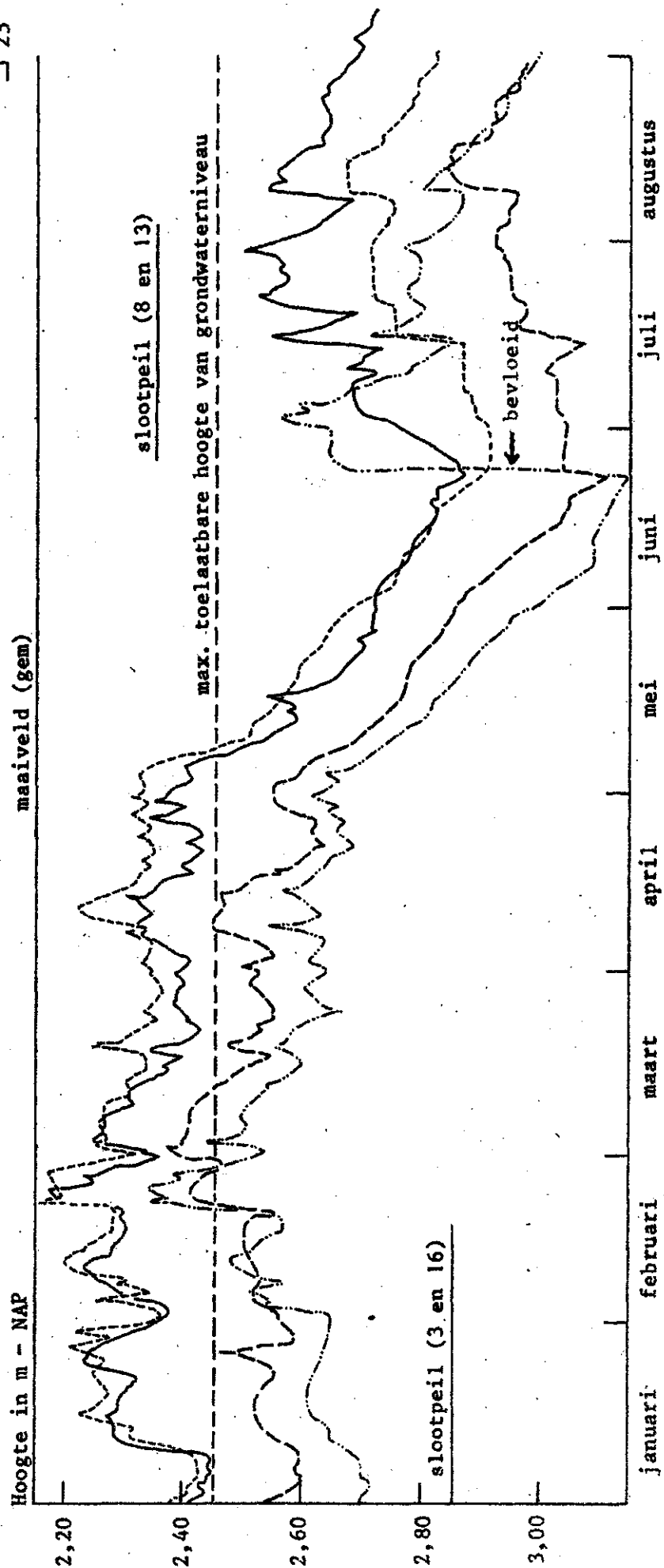
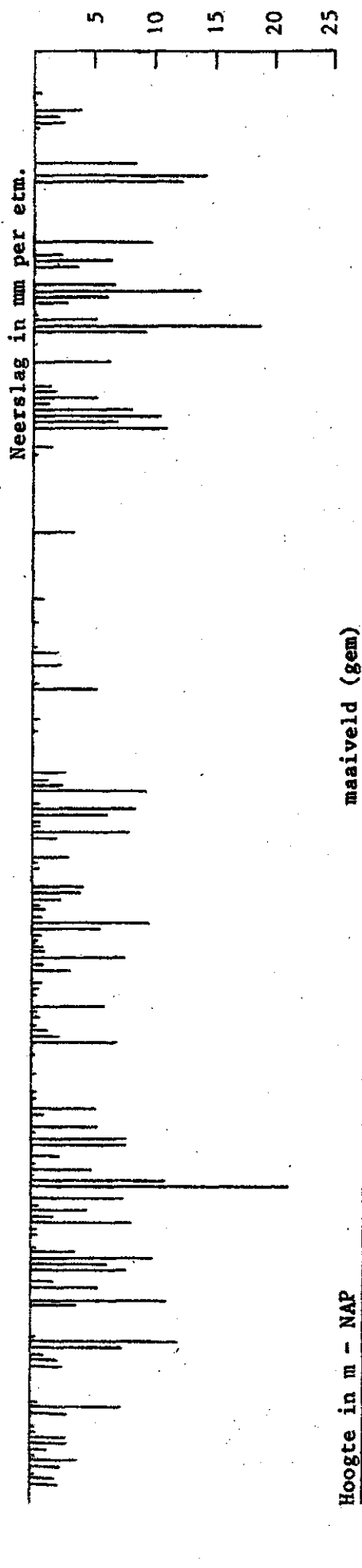


Fig. 1b. Het verloop van het freatisch niveau in 1970 bij slootpeil van 0,70 m - m.v. (perc. 3 — .. — en perc. 16 — — —) en bij slootpeil van 0,20 m - m.v. (perc. 8 - - - - en perc. 13 — — —)

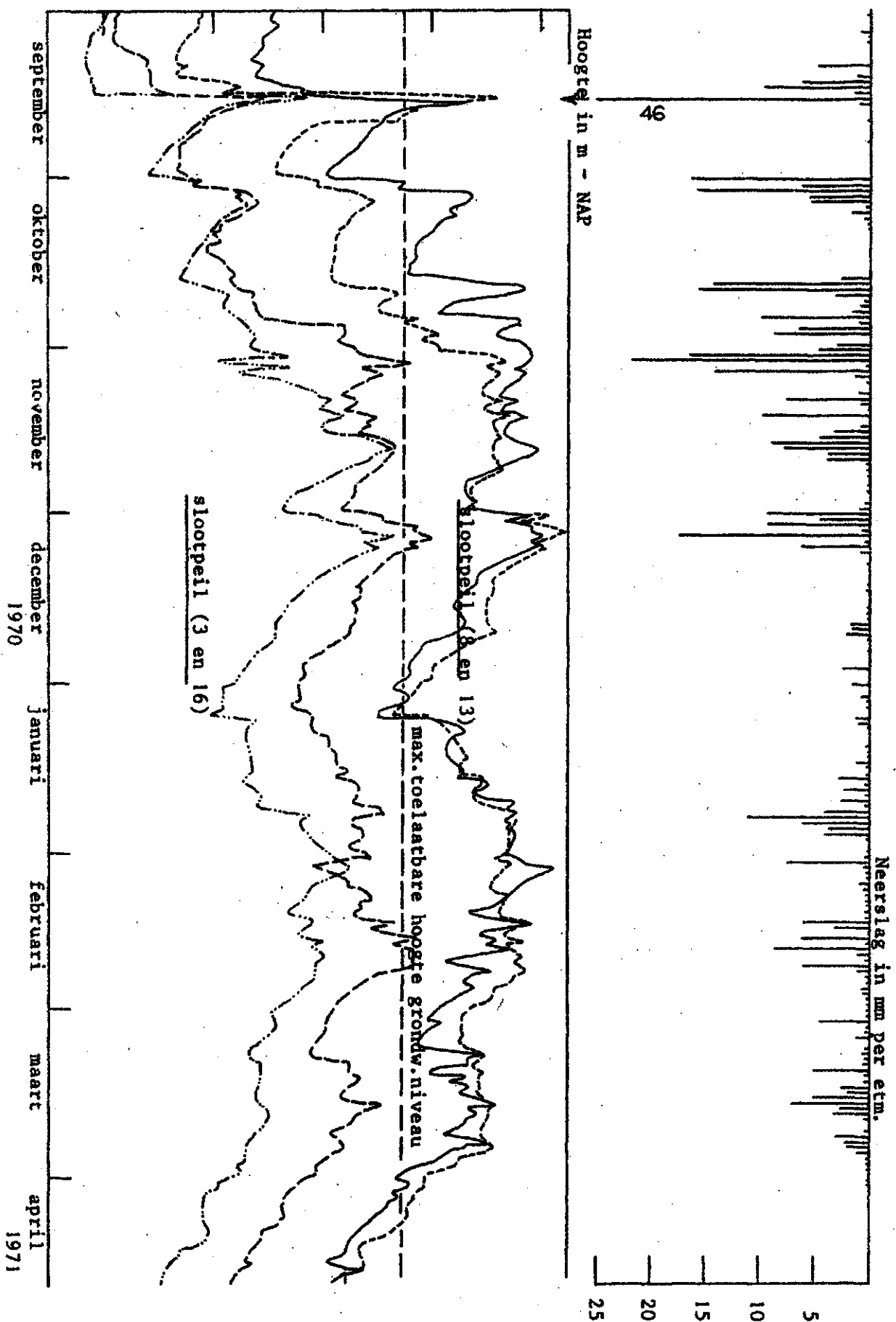


Fig. 1c. Het verloop van het freatisch niveau in 1970-'71 bij slootpeil van 0,70 m - m.v. (perc. 3 — — — en perc. 16 — — — — —) en bij slootpeil van 0,20 m - m.v. (perc. 8 - - - - - en perc. 13 — — — — —)

augustus en november 1969 en in oktober en november 1970 zonder dat de norm werd overschreden. Een scherpe tegenstelling vormen de proefvakken met een hoog slootpeil ( $0,20 \text{ m} - \text{m.v.} = 2,35 \text{ m} - \text{NAP}$ ). Dit betreffen de percelen nr 8, 13 en 20 b).

Deze waren het gehele voorjaar van 1969 tot bijna half juni zeer nat en drassig. Hetzelfde geldt voor de maanden maart en april 1970 en maart 1971 en uiteraard voor de wintermaanden. De gewenste grondwaterstand wordt in het voorjaar pas bereikt wanneer de verdamping de neerslag gaat overtreffen.

Volgens de fig. 1a en 1c verloopt het grondwaterniveau bij hoog en laag slootpeil nagenoeg parallel. Een peilverlaging van  $0,50 \text{ m}$  resulteert gemiddeld in een  $0,25 \text{ m}$  diepere grondwaterstand niet alleen in de winter maar ook in de droge perioden van de zomer. In fig. 2 wordt de gang van zaken schematisch weergegeven. Zo zakt het freatisch vlak na weken met weinig neerslag en verdamping als bijvoorbeeld 11 tot en met 17 maart en 22 tot en met 30 november 1970 en 23 februari tot en met 2 maart 1971 bij een slootpeil van  $0,20 \text{ m} - \text{m.v.}$  tot dit slootpeil, en bij een peil van  $0,70 \text{ m}$  tot  $0,45 \text{ m} - \text{m.v.}$  (lijn b). Lijn a betreft de  $45^\circ$  lijn voor het slootpeil.

Bij een slootpeil van  $0,70 \text{ m}$  blijft na 8 dagen een drukhoogte bestaan van ca.  $0,25 \text{ m}$ , althans op perceel 16. Dit is waarschijnlijk toe te schrijven aan drukhoogteverlies als gevolg van stromingsweerstand.

Op perceel 3 bedraagt de drukhoogte op hetzelfde tijdstip  $0,15 \text{ m}$ . Bij een  $0,10 \text{ m}$  lagere ligging van het maaiveld bevindt het grondwaterniveau zich op dezelfde datum op gelijke hoogte beneden maaiveld als op perceel 16, i.c.  $0,45 \text{ m}$ .

De maximale zomergrondwaterstand zakt volgens de fig. 1a tot en met 1c in lange droge perioden onder andere in augustus 1969 en in juni 1970 bij een slootpeil van  $0,20 \text{ m}$  tot  $0,70 \text{ m} - \text{m.v.}$  en bij een slootpeil van  $0,70 \text{ m}$  tot  $0,95 \text{ m} - \text{m.v.}$  (zie lijn c in fig. 2).

Deze daling van de maximale zomergrondwaterstand ( $\Delta p$ ) is zoals reeds eerder opgemerkt bepalend voor de mate van inklinking. Volgens een voorlopige conclusie van dit onderzoek blijkt de daling van de maximale diepte van de zomergrondwaterstand ca.  $50 \%$  te bedragen van de peilverlaging.

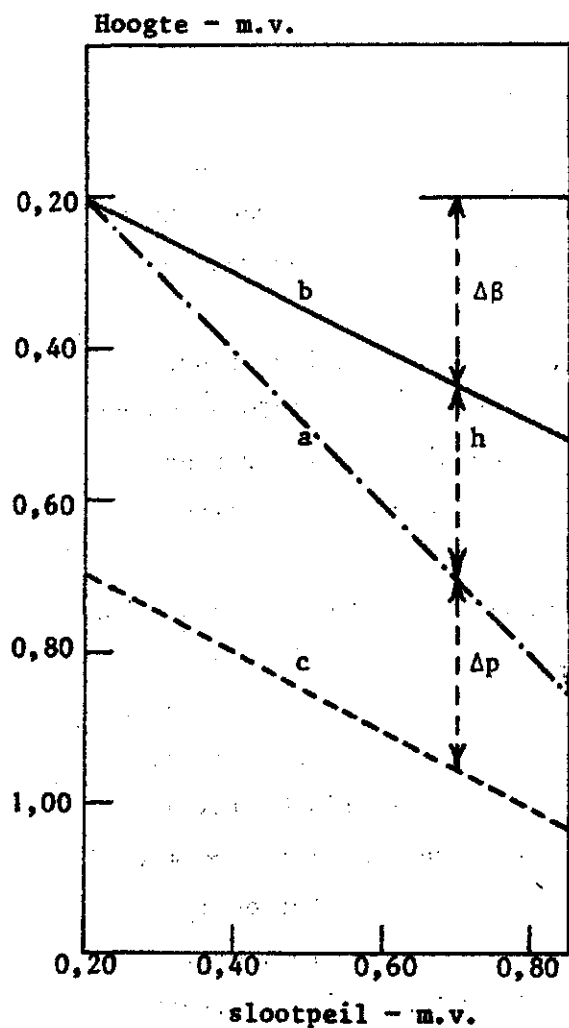


Fig. 2. Schematisch verloop van het grondwater-niveau in relatie met het slootpeil na een week met minimale neerslag en verdamping in het voorjaar (lijn b) en na een droge periode van 4 weken met sterke verdamping in de zomer (lijn c).  
Lijn a is slootpeil;  
 $\Delta\beta$  = toename van grondwaterdiepte;  
h = resterende drukhoogte;  
 $\Delta p$  = toename van maximale grondwaterdiepte in de zomer.

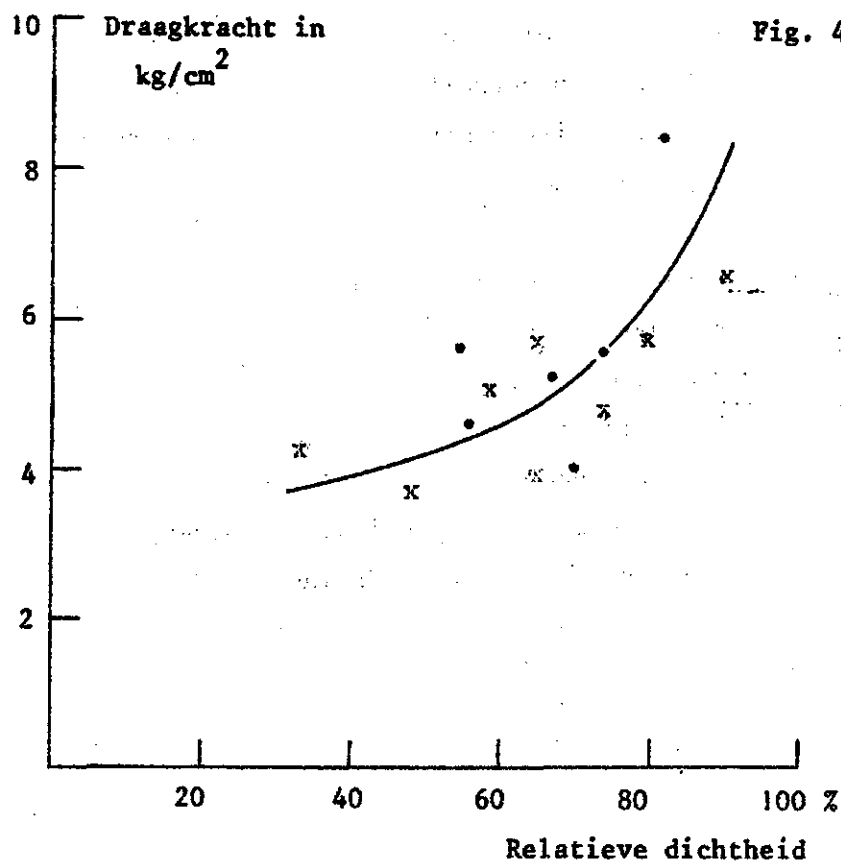


Fig. 4. Het verband 'draagkracht en relatieve dichtheid' onder natte omstandigheden (luchtgehalte is gemiddeld 4 vol. %).  
• zonder toemaakdek  
x met toemaakdek





## OVERZICHTSKARTERING VAN DRAAGKRACHT IN 1967

In het voorjaar van 1967 werd op de proefboerderij een kartering van de draagkracht uitgevoerd (fig. 3) om een overzicht te verkrijgen van bestaande verschillen en om de uitgangssituatie vast te leggen. Op het tijdstip van de meting (23-3-1967) bevond de grondwaterstand zich op ca. 0,40 m - m.v. De percelen nr 4, 20 en de oostelijke helft van 9 en 18 vielen op door een absoluut onvoldoende draagkracht ( $< 5 \text{ kg/cm}^2$ ). Wat perceel 4 betreft is dit het gevolg van frezen en opnieuw inzaaien in de voorafgaande nazomer en wat de andere percelen aangaat een gevolg van begrenzing door sloten met polderpeil en panninge ligging. Zeer goed was de draagkracht op de smalle percelen nr 1, 2, 10, 11 en ook op de bredere percelen nr 12, 13, 15, 16 en 17 gedeeltelijk.

Bij een oriënterende kartering van het bodemprofiel op de proefboerderij door de Stichting voor Bodemkartering bleek de oostelijke helft een toemaakdek te bezitten van 0,10 tot 0,30 m dikte. Dit toemaakdek is in de loop der tijd aangebracht door vermenging van organische mest met bagger en stadsvuil. Dit is van invloed op de samenstelling van de zodelaag zoals uit tabel 5 blijkt. Wat betreft de draagkracht bleek bij de kartering in 1967 geen duidelijk verschil tussen de percelen met en zonder toemaakdek geconstateerd te kunnen worden.

## FYSISCH KENMERKEN VAN DE ZODELAAG

In tabel 7 wordt een overzicht gegeven van de samenstelling van de zodelaag (1-6 cm - m.v.) van een vijftal percelen respectievelijk met en zonder toemaakdek volgens een bemonstering op 23-3-1967.

Tabel 7. De fysische karakterisering van de zodelaag van enige percelen met en zonder toemaakdek en de draagkracht in voorjaar 1967

Perceel	Vol.gew. gr/cm <sup>2</sup>	Org.stof gew. %	Vocht volume %	Poriën volume %	Relatieve dichtheid %	Draag- kracht gr/cm <sup>2</sup>	Grondw. diepte m-m.v.
<u>Zonder toemaakdek</u>							
1	0,40	58	67	78	72	8,5	0,62
2	0,43	54	70	77	74	5,5	0,59
3	0,42	51	73	77	67	5,2	0,50
4	0,38	55	77	79	56	4,6	0,39
13	0,44	55	71	76	82	8,4	-
Gemiddeld	0,41	55	72	77	74	6,9	0,52
<u>Met toemaakdek</u>							
7	0,54	39	69	74	74	4,7	0,41
9	0,55	34	69	74	59	5,1	0,41
17	0,53	45	70	75	90	6,5	-
18	0,52	43	70	74	80	5,7	-
20	0,46	47	74	77	64	3,9	-
Gemiddeld	0,52	42	70	75	73	5,2	0,41

Als gevolg van de bemesting met stadsvuil is de hoeveelheid minerale delen in de zodelaag van een toemaakdek van 18 gr/100 cm<sup>3</sup> gestegen tot 0,31 gr. Dit komt in tabel 6 niet tot uiting in de relatieve dichtheid. Ondanks een grotere hoeveelheid minerale delen is de relatieve dichtheid op perceel 9 en 20 laag als gevolg van nattere omstandigheden (✓ sloten met polderpeil). Ook de relatieve dichtheid van het nieuw ingezaaide perceel (nr 4) is laag.

In het voorjaar van 1969 (7 mei) werd bij de start van de proef eenzelfde bemonstering uitgevoerd op de proefpercelen als in 1967 echter voor de laag van 3 tot 8 cm - m.v. in plaats van 1 tot 6 cm - m.v. (zie tabel 8).

Tabel 8. De fysische karakterisering van de laag van 3 tot 8 cm - m.v. op de proefpercelen in voorjaar 1969

Perceel	Vol.gew. gr/cm <sup>2</sup>	Org.stof gew. %	Vocht volume %	Poriën volume %	Relatieve dichtheid %	Draag- kracht gr/cm <sup>2</sup>	Grondw. diepte m-m.v.
<u>Zonder toemaakdek</u>							
3	0,41	50	72	79	55	5,6	0,47
13	0,39	59	74	78	70	4,0	0,19
<u>Met toemaakdek</u>							
8	0,43	45	75	79	49	3,8	0,22
16	0,46	46	70	76	66	5,6	0,52
20b	0,40	45	76	79	34	4,3	0,16

Het vocht-luchtgehalte volgens tabel 7 verschilt weinig van de gegevens die in tabel 6 zijn weergegeven. Derhalve zijn de cijfers van beide tabellen gebruikt voor grafische weergave van de relatie 'relatieve dichtheid en draagkracht' in één figuur, namelijk nr 4.

Er bestaat een duidelijk positief verband. Dit geldt onder natte omstandigheden bij een gemiddeld luchtgehalte in de zodelaag van 4 vol.%. .

Uit tabel 8 blijkt ook dat de verlaging van het slootpeil inclusief drainage (perc. 3 en 16) binnen 2 maanden een zeer gunstig effect heeft gehad op de grondwaterstand en op de draagkracht ofschoon deze laatste in mei 1969 nog niet aan de gestelde eis voldoet.

Op genoemd tijdstip was nog nauwelijks sprake van krimp door indroging, wegens de overvloedige neerslag in het betreffende voorjaar.

#### DRAAGKRACHT PROBLEMEN IN DE PERIODE 1967 TOT EN MET 1969

Ofschoon behalve een overzichtskartering in het voorjaar van 1967 geen draagkrachtmetingen op de proefboerderij worden uitgevoerd vóór de aanleg van de proef in het voorjaar van 1969, deden zich in de jaren 1967 en 1968 toch belangrijke moeilijkheden voor. Het volgende is ontleend aan de maandelijkse verslagen van de proefboerderij.

Het voorjaar 1967 was vrij normaal en kwam wat betreft neerslag en verdamping goed overeen met het langjarig gemiddelde. Tot half september deden zich geen bijzondere moeilijkheden voor. Na 180 mm neerslag in augustus en september viel in oktober nog zoveel neerslag (90 mm) dat het melkvee vanaf 13 oktober 's nachts en vanaf 7 november definitief moest worden opgesteld. De draagkracht problemen begonnen zich omstreeks half september voor te doen vooral wat betreft het transport van het melkvee naar de melkstal.

In het voorjaar van 1968 was uitgezonderd de maand mei zeer droog zodat de voorjaarswerkzaamheden normaal konden worden uitgevoerd. In augustus met totaal 135 mm neerslag werd de bereikbaarheid van veel percelen zodanig slecht dat het oost-west gedeelte van de bedrijfsweg werd verhard met spoorbielsen (kosten f 16,-/m'). September met 147 mm neerslag noopte tot een buitengewone vroege datum van opstallen, namelijk 30 september, ondanks het feit dat nog veel gras in de weide beschikbaar was.

Ook de wintermaanden van 1968/'69 waren zeer nat zodat de draagkracht slecht bleef. Het gevolg was dat de werkzaamheden ten behoeve van de proefaanleg ernstige stagnatie ondervond en deze pas in april '69 gereed kon komen.

Als gevolg van de overvloedige neerslag in april en mei 1969 (zie tabel 6) en speciaal na 5 regendagen met totaal 33 mm neerslag was de draagkracht op 19 mei 1969 zodanig slecht geworden dat al het melkvee zowel van het 'droge' als van het 'natte' object moest worden opgesteld.

In tabel 9 worden enige draagkrachtcijfers gegeven. Zowel bij hoog als bij laag peil was de draagkracht absoluut onvoldoende. Na een achttal dagen met weinig neerslag (6 mm) trad bij laag peil een aanzienlijke verbetering op. Bij het inkuilen van gras werden hier geen sporen gereken in tegenstelling met de percelen met hoog peil.

Op perceel 9 verzakte de opraapwagen bij een draagkracht van  $3 \text{ kg/cm}^2$ .

Tabel 9. De draagkracht in  $\text{kg/cm}^2$  in mei 1969 bij hoog en laag slootpeil

Slootpeil-m.v. Datum	0,25 m			0,70 m	
	19 - 5	28 - 5		19 - 5	28 - 5
Perc. 8b	3,2	5,3	Perc. 3	4,6	8,2
Perc. 8a	3,1	3,3	Perc. 16a	4,6	8,6
Perc. 13	3,2	5,3	Perc. 4	-	7,1
Perc. 20	4,4	-			
Perc. 12 voor	-	6,3			
Perc. 12 achter	-	4,5			
Perc. 9	-	3,0			

Op 29 mei werd het vee voor de tweede keer ingeschaard, ofschoon de draagkracht op 'nat' nog onvoldoende was. De eerste inscharing vond plaats op 1 mei. Bij 42 mm neerslag in de eerste decade van juni moesten de melkkoeien van 'nat' in de periode van 4 tot 9 juni wegens onvoldoende draagkracht van de grond opnieuw worden opgesteld. In deze periode werd gras van het object 'droog' gebruikt omdat vanwege de onvoldoende draagkracht het object 'nat' niet te berijden en slecht bereikbaar was.

In de rest van het weideseizoen bleef de draagkracht goed zelfs tot in december. Op 4 december 1969 bedroeg de draagkracht bij object 'droog' gemiddeld 9,0 en bij object 'nat'  $7,8 \text{ kg/cm}^2$ .

Wat het jaar 1969 betreft kan geconcludeerd worden dat bij een polderpeil van 0,25 m - m.v. de draagkracht tot half juni onvoldoende is geweest. Tot zolang was er sprake van een neerslagoverschot. Pas nadat de verdamping de neerslag gaat overtreffen daalt de grondwaterstand beneden de gestelde ontwateringsnorm van 0,30 m - m.v. en stijgt de draagkracht boven de vereiste  $6 \text{ kg/cm}^2$ .

Het slootpeil van 0,70 m - m.v. vertoonde reeds vanaf het begin van de proef in maart een gunstig effect door een gemiddeld 0,25 m diepere grondwaterstand en een betere draagkracht einde mei.

De vereiste draagkracht werd in het voorjaar niet direct bereikt omdat vanwege het neerslagoverschot het vochtgehalte in de zodelaag hoog bleef en de zodelaag geen gelegenheid kreeg om in te krimpen tot grotere

dichtheid. De dichtheid is evenals het vochtgehalte bepalend voor de draagkracht. Een éénmaal verkregen dichtheid door indroging blijft bij een diepere ontwatering langer behouden. De grotere dichtheid is ook de verklaring voor het verschijnsel dat in november-december ondanks overschrijding van de ontwateringsnorm bij stijging van de grondwaterstand na veel neerslag de draagkracht nog behouden is gebleven ( $> 7 \text{ kg/cm}^2$ ).

De zodelaag was aan het einde van het seizoen zowel bij hoog als bij laag polderpeil nog niet opgezwollen tot de voorjaarssituatie van 1969.

#### DRAAGKRACHT IN 1970

Vanaf maart 1970 begon het Consulentenschap voor Rundveehouderij te Utrecht met een regelmatige wekelijkse meting van de draagkracht op de proefboerderij.

Het verloop van de draagkracht met de tijd wordt voor 4 proefpercelen in fig. 5 weergegeven. Het betreft percelen 3 en 16 bij een slootpeil van 0,60 m respectievelijk 0,70 m - m.v. en de percelen 8 en 13 met een slootpeil van 0,30 m respectievelijk 0,20 m - m.v. Fig. 6a en 6b geven een beeld van het gemiddeld verloop van de draagkracht met de tijd in combinatie met de grondwaterstand bij respectievelijk laag en hoog slootpeil.

In het voorjaar bestaat er volgens fig. 5 een sterk verschil tussen percelen 8 en 13. Mogelijk is dit toe te schrijven aan een 0,10 m hogere ligging van maaiveld en de aanwezigheid van een toemaakdek op perceel 8. Op beide percelen blijft de draagkracht onvoldoende ( $< 6 \text{ kg/cm}^2$ ) tot en met de eerste week van mei. Bij laag slootpeil wordt de tweede week van maart reeds een voldoende draagkracht bereikt. Dat is dus in de tijd een verschil van ca. 2 maanden wat betreft het voorjaar.

In verband met het verdampingsoverschot doen zich in de periode vanaf de 2e week van mei tot en met oktober dat is dus gedurende de gehele weideperiode zich geen draagkracht problemen voor. Op 22 juni vond op perceel 3 bevloeiing plaats dat wel een teruggang in de draagkracht tot gevolg had maar die toch hoger bleef dan  $7 \text{ kg/cm}^2$  en dus aan de eisen bleef voldoen.

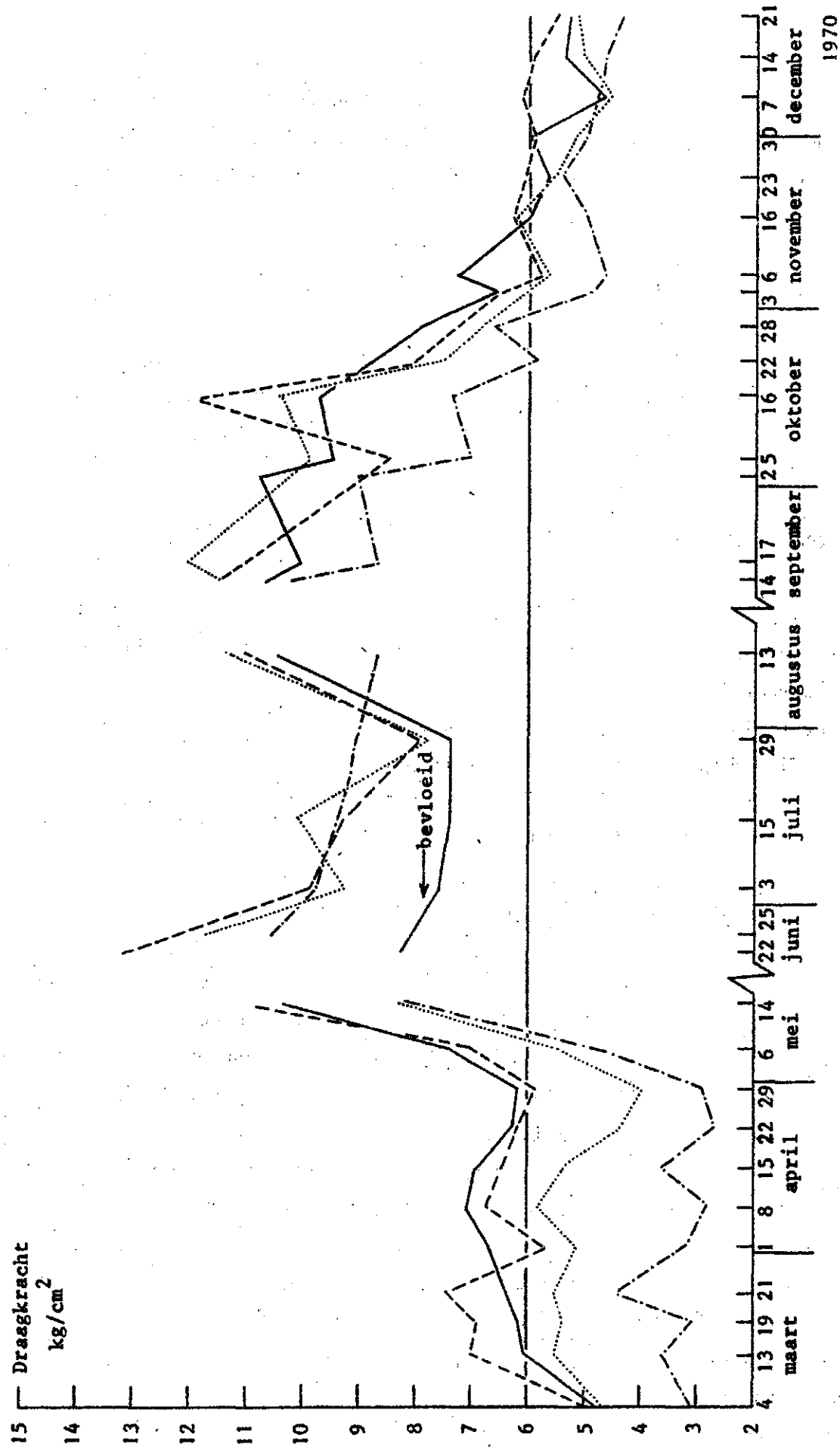
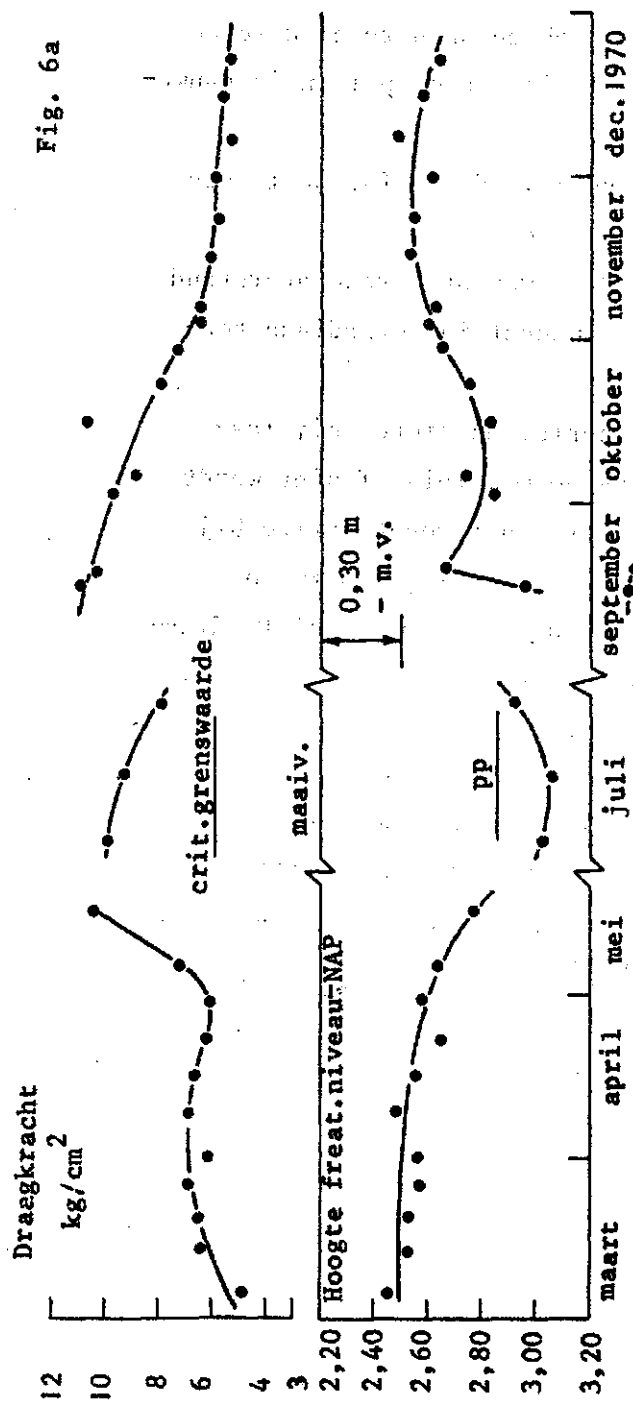
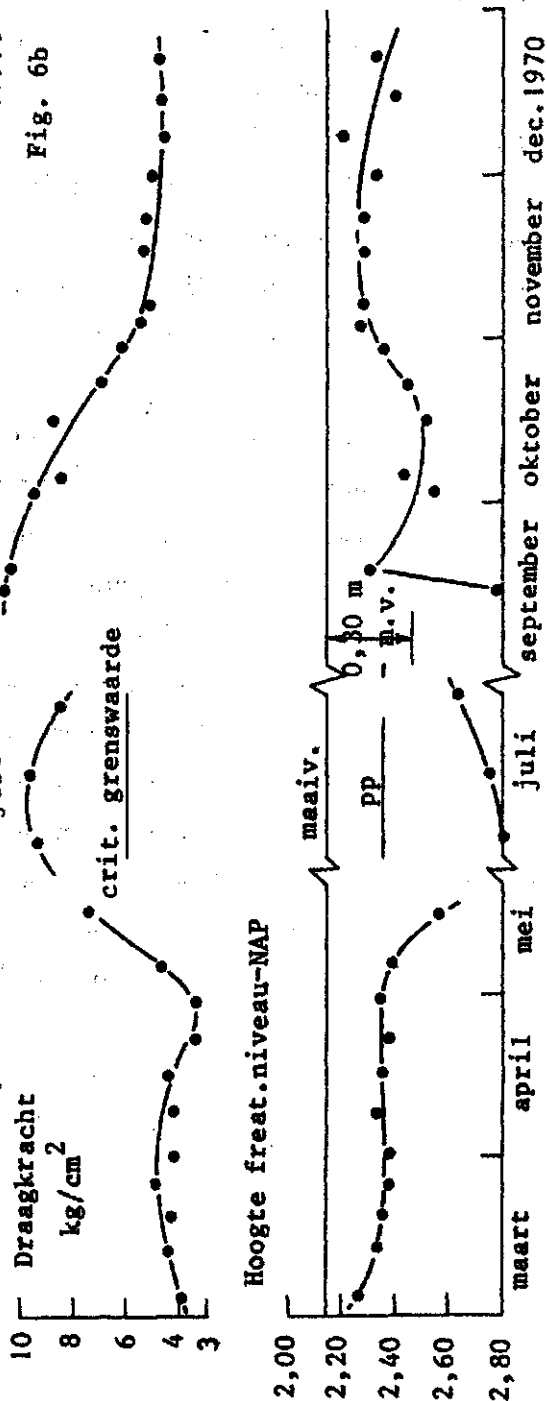


Fig. 5. Het verloop van de draagkracht in 1970 in  $\text{kg/cm}^2$  bij slootpeil van 0,70 m - m.v. (perc. 3 — en perc. 16 ----) en bij slootpeil van 0,20 m - m.v. (perc. 8 .... en perc. 13 -.-.)





Perc. 3 en 16  
pp = 2,85 m-NAP



perc. 8 en 13  
pp = 2,35 m-NAP

Fig. 6. Het verloop van de draagkracht en de diepte van het grondwater niveau als gemiddelde waarden bij laag (fig. 6a) en bij hoog slootpeil (fig. 6b) in verband met de tijd

Als gevolg van veel neerslag in oktober wordt de kritische norm van de draagkracht ( $6 \text{ kg/cm}^2$ ) bij hoog slootpeil eind oktober overschreden. Het niet bevroren perceel 16 met laag slootpeil blijft tot eind december vrij goed.

In het najaar wordt de kritische ontwateringsnorm bij hoog slootpeil op perceel 13 definitief in de eerste week en op perceel 8 in de laatste week van oktober overschreden. Bij de lage slootpeilen is nauwelijks sprake van overschrijding.

Een overschrijding van de ontwateringsnorm in de herfst heeft nog niet direct een onvoldoende draagkracht tot gevolg. Op percelen 8 en 13 gebeurt dit pas bij een permanente grondwaterstand van  $< 0,20 \text{ m}$ , zodat de zodelaag eveneens permanent in verzadigde toestand verkeert.

Anderzijds neemt de draagkracht in de herfst en winter bij laag slootpeil ook af ondanks dat de ontwateringsnorm weinig of niet wordt overschreden. Dit is een gevolg van toename van het vochtgehalte bij stijgende grondwaterstand dat gepaard gaat met zwellingsproces. Naarmate de grondwaterstand in de herfst dieper is en op dieper niveau blijft fluctueren zal het zwellingsproces in langzamer tempo verlopen.

In fig. 7a en 7b waarin het verband tussen grondwaterstand en draagkracht wordt weergegeven wordt aangetoond dat algemeen zowel in het voorjaar als in het najaar een voldoende draagkracht aanwezig is bij een grondwaterstand van  $0,30 \text{ m - m.v.}$  Gemiddeld blijkt bij gelijke grondwaterstand de draagkracht in het najaar iets gunstiger te zijn dan in het voorjaar. Het verschil is toe te schrijven aan het stadium van zwellingsproces en krimp.

Een overzicht van de mate van overschrijding van de normen voor ontwatering en draagkracht wordt in tabel 10 gegeven.

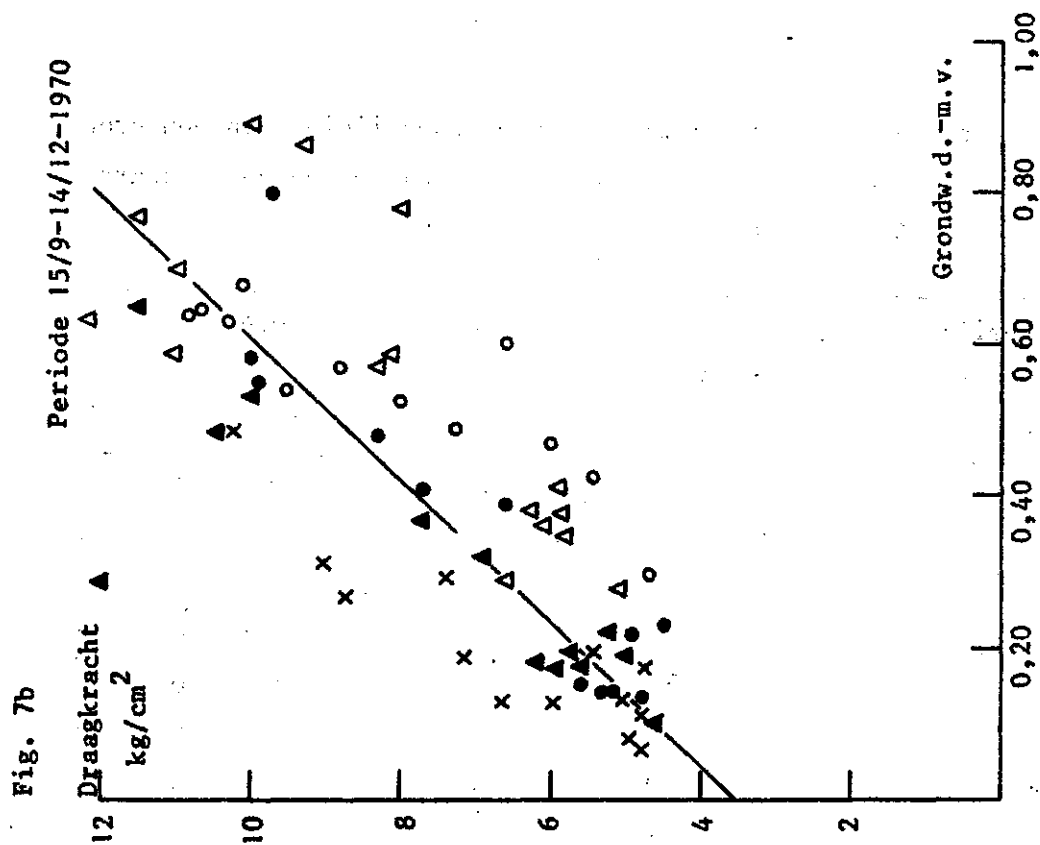
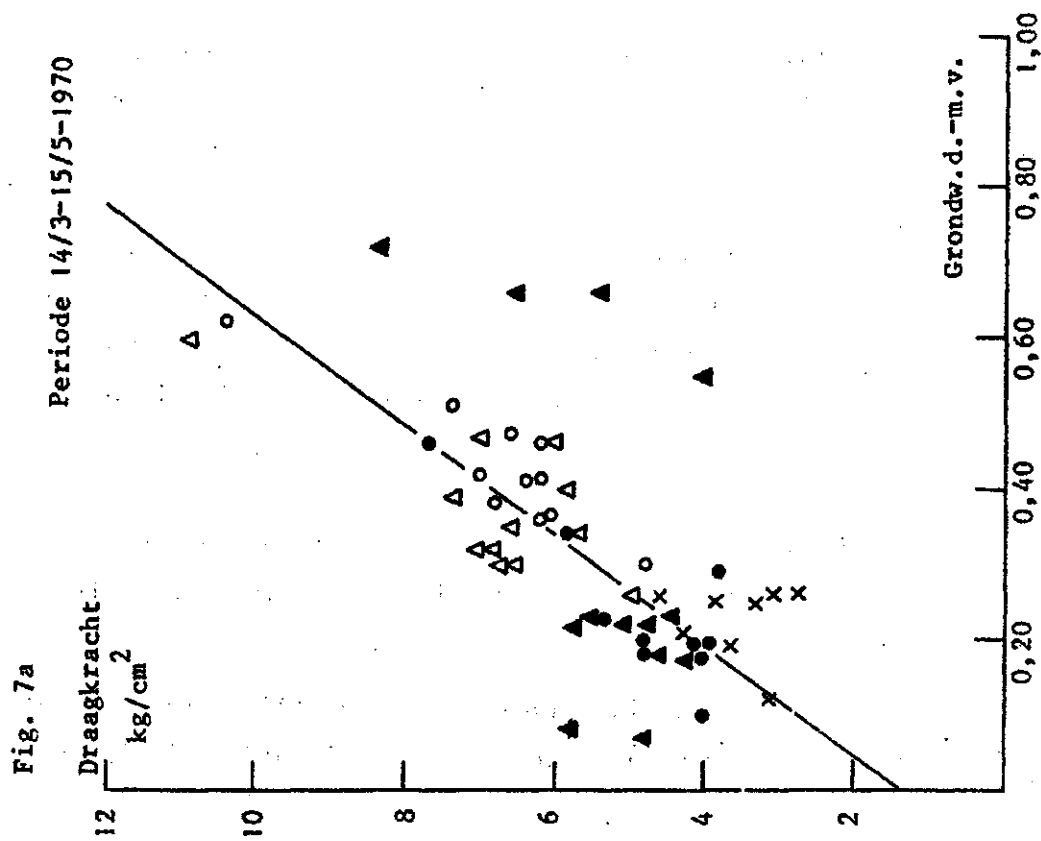


Fig. 7. De draagkracht in relatie met de grondwaterstand beneden maaiveld in voorjaar (fig. 7a) en najaar van 1970 (fig. 7b) bij slootpeil van 0,70 m - m.v. ( perc. 3, perc. 16) en bij slootpeil van 0,20 m - m.v. ( perc. 8, perc. 20)

Tabel 10. Het aantal dagen per maand van overschrijding van een grondwaterstand van 0,30 m - m.v. (kolom a) en van de draagkracht van  $< 6 \text{ kg/cm}^2$  (kolom b)

Slootpeil-m.v. perceel maand	0,25 m				0,65 m			
	8		13		3		16	
	a	b	a	b	a	b	a	b
maart 1970	31	31	31	31	1	13	2	9
april	30	30	30	30	0	0	0	4
mei	6	7	6	9	0	0	0	0
juni t/m augustus	0	0	0	0	0	0	0	0
september	2	0	3	0	0	0	0	0
oktober	4	0	25	0	0	0	0	0
november	30	17	30	30	1	12	4	3
december	28	-	23	-	1	-	0	-
januari 1971	20	-	24	-	0	-	0	-
februari	28	-	28	-	0	-	2	-
maart	25	-	29	-	0	-	0	-
april	0	-	0	-	0	-	0	-

Ofschoon de draagkracht in 1970 tijdens het weideseizoen geen problemen heeft veroorzaakt was in de periode maart tot en met de eerste decade van mei de draagkracht bij hoog slootpeil voor 90 % van de tijd onvoldoende tegen 15 % bij laag slootpeil. In het eerste geval leidde dit tot stagnatie van de voorjaarswerkzaamheden, bestaande uit slepen, rollen en bemesten. Op het 'droge' object konden deze werkzaamheden zonder enig bezwaar bij iedere weersgesteldheid worden uitgevoerd. De stikstof werd hier tussen 20 en 27 maart toegediend, terwijl dit op het 'natte' object niet eerder plaats kon vinden dan tussen 16 en 20 april.

Anderzijds kon in het najaar ondanks veel regen in oktober het 'droge' object tot ca. half november nog worden beweide in tegenstelling met de 'natte' percelen.

Samenvattend kan voor de periode 1967 tot en met 1970 worden gesteld dat afgezien van de wintermaanden de draagkracht bij polderpeil in de

volgende perioden onvoldoende is geweest:

1967: maart, september, oktober, november;

1968: augustus, september, oktober;

1969: maart, april, mei, juni;

1970: maart, april, november;

1971: maart.

Algemeen kan men stellen dat bij een slootpeil van 0,20 m - m.v. de grond in de wintermaanden en in het voorjaar zolang de neerslag de verdamping overtreft, dat is gemiddeld tot april, de draagkracht onvoldoende blijft. Afgezien van vorstperioden is het terrein slecht bereikbaar.

In normale zomermaanden treden als gevolg van een verdampingoverschot geen moeilijkheden op. Een regenoverschot na een droge periode veroorzaakt evenmin direct problemen.

In een jaar als 1969 zou men een positief effect van laag polderpeil op de netto-opbrengst kunnen verwachten in de periode van maart tot half juni. Dit werd echter doorkruist door de aanleg van de proef in het betreffende voorjaar met de gevolgen van stagnatie van de normale werkzaamheden en 20 % opbrengstderving van de bruto-grasproduktie in de eerste snede bij het object met laag slootpeil (rapport nr 5 Proefstation voor Rundveeh. febr. '71).

In 1970 had het natte voorjaar tot gevolg dat de stikstofbemesting bij verlaagd slootpeil circa een maand vroeger kon worden toegediend dan bij hoog peil. In hoeverre dit de netto-produktie heeft beïnvloed zal door het Proefstation voor Rundveehouderij worden bestudeerd.

Draagkracht problemen tijdens het weideseizoen hoeft men in een droog jaar als 1970 niet te verwachten, behoudens in de maand november.

#### VOCHTHUISHOUDING

Een ander aspect van de peilverlaging is het effect ten aanzien van de vochthuishouding. Het is denkbaar dat peilverlaging resulteert in een aanzienlijk groter vochttekort in droge perioden zodat extra opbrengstdepressies als gevolg van droogteschade zouden kunnen ontstaan.

Om dit aspect te bestuderen werden in het voorjaar van 1969 bij de start van de proef de proefpercelen namelijk 3, 8, 13 en 16 bemonsterd

tot 0,90 m - m.v. ten behoeve van het vochtspanningsonderzoek (pF-onderzoek). Vervolgens werden de profielen aan het einde van droge perioden namelijk in augustus 1969 en in juni 1970 opnieuw bemonsterd om de vochtonttrekking te bepalen.

Aan de hand van pF-curven en de gegevens van de droogteperioden werden de fig. 8a tot en met 8d geconstrueerd.

De figuren hebben betrekking op de volgende situaties:

- 8a perceel 3 slootpeil 0,60 m - m.v. zonder toemaakdek
- 8b perceel 13 slootpeil 0,20 m - m.v. zonder toemaakdek
- 8c perceel 8 slootpeil 0,30 m - m.v. met toemaakdek
- 8d perceel 16 slootpeil 0,70 m - m.v. met toemaakdek

Als evenwichtstoestand is een grondwaterstand aangenomen gelijk aan het slootpeil (hydrostatisch evenwicht).

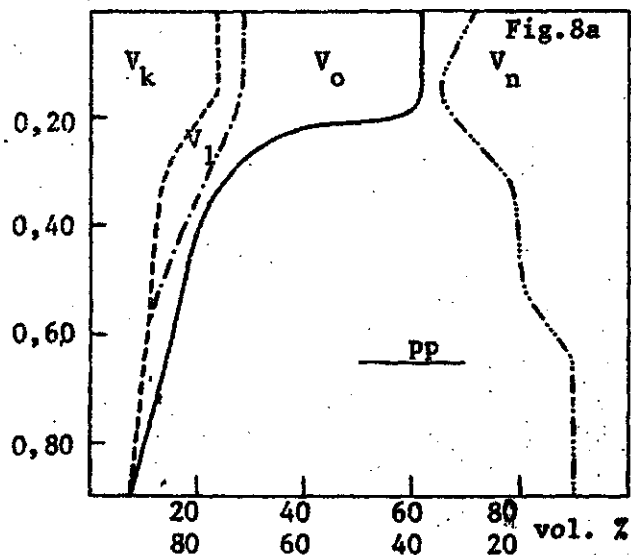
In tabel 11 worden afhankelijk van de diepte beneden maaiveld het volume lucht ( $V_1$ ) bij hydrostatisch evenwicht, het aan het profiel onttrokken vocht-volume aan het einde van de droge perioden ( $V_o$ ) en de daarbij optredende vochtspanning (pF) weergegeven.

Tabel 11. Het volume lucht ( $V_1$ ) bij hydrostatisch evenwicht, het volume aan het profiel onttrokken vocht ( $V_o$ ) aan het einde van droge perioden en de daarbij optredende vochtspanning (pF)

Perceelnr	3			13			8			16		
toemaakdek	geen			geen			wel			wel		
slootpeil-m.v.	0,60			0,20			0,30			0,70		
	$V_1$	$V_o$	pF	$V_1$	$V_o$	pF	$V_1$	$V_o$	pF	$V_1$	$V_o$	pF
0 - 10	5	33	3,8	4	32	3,2	3	34	3,8	6	31	4,0
20	5	33	4,0	3	31	3,3	3	28	3,3	6	23	3,2
30	9	8	2,1	0	6	1,5	2	27	3,2	5	17	2,9
40	7	3	1,5	0	3	1,0	0	26	2,5	5	12	2,2
50	3	3	1,4	0	4	1,5	0	17	2,0	5	9	1,7
60	0	6	1,2	0	3	1,2	0	7	1,3	2	8	1,5
78	0	4	0,8	0	2	1,0	0	5	1,5	0	7	1,3
80	0	3	0,8	0	0	0,0	0	2	1,0	0	3	1,0
totaal	29	93		7	81		8	146		29	110	

Hoogte  
- m.v.

Perc. 3



Hoogte  
- m.v.

Perc. 13

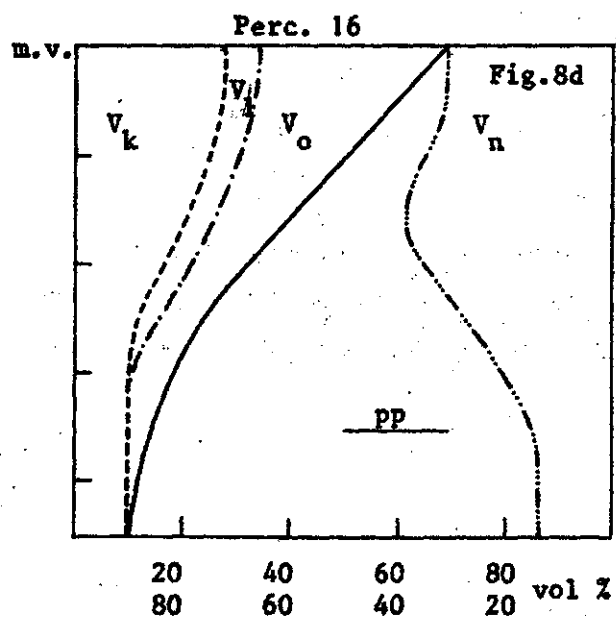
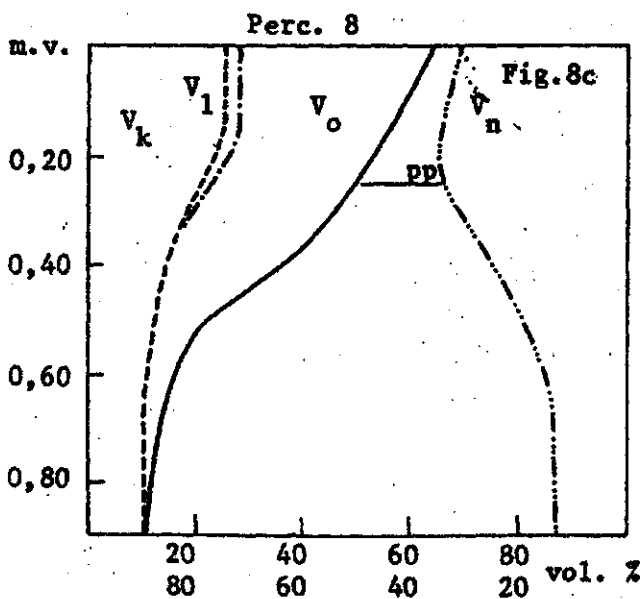
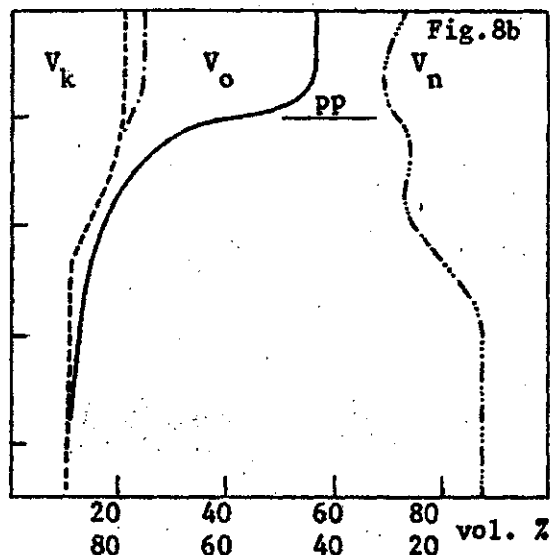


Fig. 8. De vocht- luchthuishouding bij veenprofielen in natte en droge perioden.

fig. 8a. geen toemaakdek, laag slootpeil

fig. 8b. geen toemaakdek, hoog slootpeil

fig. 8c. met toemaakdek, hoog slootpeil

fig. 8d. met toemaakdek, laag slootpeil

$V_k$  = volume vaste delen  $V_l$  = volume lucht

$V_o$  = volume onttrokken vocht  $V_n$  = niet beschikbaar vocht

pp = slootpeil

286

De vochtonttrekking van het bodemprofiel kan volgens deze tabel variëren van 81 tot 146 mm. Volgens een lysimeteronderzoek van RIJTEMA (1965) bedraagt de vochtonttrekking op vergelijkbare veengrond van Kamerik ca. 100 mm. Hierbij komt nog een hoeveelheid vocht beschikbaar als gevolg van capillaire opstijging. Deze bedraagt volgens RIJTEMA bij constante grondwaterstanden van 0,60 m, 0,75 m en 1,00 m - m.v. respectievelijk 3,6 mm, 1,8 mm en 0,9 mm per etmaal.

Wat de vochtopname vanuit het bodemprofiel betreft blijkt er verschil te bestaan tussen de profielen met toemaakdek enerzijds (8 en 16) en zonder toemaakdek anderzijds (3 en 13). Zonder toemaakdek blijft de vochtonttrekking hoofdzakelijk beperkt tot de laag 0-0,20 m - m.v.

Met toemaakdek wordt tot 0,40 à 0,50 m - m.v. in belangrijke mate (meer dan 10 mm per laag van 0,10 m) vocht opgenomen. De oorzaak moet waarschijnlijk gezocht worden in verschil in aard, structuur en zuurgraad van het veen. De profielen met toemaakdek vertonen een duidelijk betere structuur in de bovengrond. De grond is ruller en meer veraard. Ook de beworteling gaat volgens veldonderzoek zichtbaar dieper, namelijk tot 0,40 m - m.v. tegen 0,20 m - m.v. zonder toemaakdek. Volgens de fig. 8a en 8b (perceel 3 en 13) vertoont de vochtonttrekkingscurve een scherpe knik op 0,20 m diepte. Dit wijst op een discontinuïteit in het bodemprofiel dat een storend effect veroorzaakt ten aanzien van de beworteling.

Bij de profielen met toemaakdek blijkt aan het einde van de droge perioden (aug. '69 en juni '70) het vrije poriënvolume op perceel 8 154 vol. % en op perceel 16 139 vol. % te bedragen, gemiddeld dus 146 vol. %. Voor de profielen zonder toemaakdek bedragen deze cijfers op perceel 3 122 vol. % en perceel 13 90 vol. %, gemiddeld 106 vol. %.

Hieruit kan men concluderen dat de discontinuïteit van het bodemprofiel zonder toemaakdek de vochtopname uit het bodemprofiel met ca. 40 vol. % beperkt. Deze profielen zijn dus aanzienlijk droogtegevoeliger.

Bij een slootpeil van 0,25 m - m.v. en hydrostatisch evenwicht bedraagt het luchtgehalte 8 vol. % zodat 98 vol. % vocht beschikbaar zou zijn. Een peilverlaging tot 0,70 m heeft tot gevolg dat het luchtgehalte bij hydrostatisch evenwicht met 20 vol. % stijgt en de hoeveelheid beschikbaar vocht dus tot 78 mm daalt.

Voor het profiel met toemaakdek zal bij een slootpeil van



0,25 m - m.v. de hoeveelheid beschikbaar vocht gemiddeld  $146-8 = 138$  vol. % bedragen, en bij een slootpeil van 0,70 m - m.v.  $138-20 = 118$  vol. %.

In een tabel samengevat is het effect van peilverlaging dan als volgt.

Tabel 12. De hoeveelheid opneembaar vocht- en luchtgehalte bij profielen met en zonder toemaakdek en bij hoog en laag slootpeil bij hydrostatisch evenwicht

Slootpeil-m.v.	Zonder toemaakdek		Met toemaakdek	
	0,25 m	0,70 m	0,25 m	0,70 m
Opneembaar vocht vol. %	98	78	138	118
Luchtgehalte vol. %	8	28	8	28

Hierbij blijkt afgezien van capillaire opstijging dat het bodemprofiel zonder toemaakdek bij hoog slootpeil droogtegevoeliger is dan het profiel met toemaakdek in combinatie met een laag peil. Door de verlaging van het slootpeil met 0,40 m à 0,50 m neemt de hoeveelheid beschikbaar vocht met ca. 20 mm af terwijl de beperking van de beworteling van 0,40 m tot 0,20 m de hoeveelheid beschikbaar vocht met ca. 40 mm reduceert.

Ofschoon na peilverlaging de hoeveelheid beschikbaar vocht met 20 vol. % afneemt, betekent deze afname tevens een toename van het waterbergend vermogen in de natte perioden.

De droge perioden van augustus 1969 en juni 1970 gingen gepaard met sterke scheurvorming en krimp van de bovengrond terwijl de grasgroei stagneerde en de grasmat verdorde zowel bij laag als ook bij hoog slootpeil. Hierbij werden volgens tabel 11 in de laag van 0 tot 0,20 m - m.v. vochtspanningen geconstateerd die variëren van 3,2 tot 4,0.

De koude natte voorzomer van 1969 gevolgd door een droge periode van half juli tot half augustus resulteerde wat de bruto grasproductie betreft in een aanzienlijk lagere opbrengst dan de jaren 1967 en 1968. Ook dit geldt zowel voor hoog als laag slootpeil.

Zie tabel 13 samengesteld naar gegevens van het Proefstation voor de

## Rundveehouderij.

Tabel 13. De bruto-opbrengst in ton droge stof per ha

Perceel	16			17			12			13		
N/ha	0	200	260	0	200	260	0	200	260	0	200	260
1967	-	13,6	-	-	13,7	-	-	11,3	-	-	11,3	-
1968	-	12,9		-	13,7	-	-	13,8	-	-	13,1	-
1969	11,1	-	11,1	11,2	-	11,7	10,4	-	11,3	10,7	-	12,0

In vergelijking met een N-bemesting van 200 kg per ha in 1968 werd met 260 kg N/ha in 1969 zowel bij de percelen met laag peil (16 en 17) als bij de percelen met hoog peil (12 en 13) een opbrengstvermindering geconstateerd van 14 %. Het hoge slootpeil van 0,25 m heeft deze opbrengstdepressie in 1969 niet kunnen voorkomen. Hierbij zij opgemerkt dat de opbrengsten van 1967 en 1968 van de 4 percelen in tabel 12 vermeld zijn bepaald bij een slootpeil van 0,60 m - m.v. Verder betreffen de percelen 16 en 17 een bodemprofiel met toemaakdek en 12 en 13 een profiel zonder toemaakdek. Dit kan de vergelijking zoals in het voorgaande ten aanzien van de vochthuishouding is beschreven ongunstig beïnvloeden.

### BODEMCLASSIFICATIE VOLGENS STIBOKA

Bij vergelijking met de Bodemkaart van Nederland blad 31 West (Stiboka, 1969) kunnen op het terrein van de proefboerderij 2 verschillende bodemtypen van veengronden worden onderscheiden, namelijk:

- hVb een eerdveengrond met een ca. 0,20 m dikke goed veraarde bovengrond van kleiig veen op bosveen of eutroof broekveen;
- Vc een rauwveengrond met een zeer dunne matig veraarde bovengrond van kleiig veen op mesotroof broekveen.

Een variant van type hVb vormt het voorkomen van een toemaakdek van ca. 0,20 m dikte op dit profiel.

Type Vc komt op het terrein van de proefboerderij alleen in de noordwestelijke hoek, in het proefvak 1-5 voor. De andere proefvakken vallen onder type hVb waarbij de oostelijke helft van de proefboerderij een toemaakdek bezit.

#### DE ZUURGRAAD

In verband met moeilijkheden van herinzaai op de percelen 1 en 2, die mogelijk aan een te lage pH zouden kunnen worden toegeschreven, werden op 15-4-1971 enkele percelen bemonsterd waarbij na droging de pH-KCl werd bepaald voor diverse lagen, zie tabel 14.

Tabel 14. De zuurgraad van diverse bodemlagen van enige profielen

Laag-m.v.	Perc. 2	Perc. 3	Perc. 12	Perc. 13	Perc. 8	Perc. 16
2- 7 cm	3,85	4,45	4,50	4,31	4,47	4,66
6-11 cm	3,89	-	4,49	4,35	4,40	4,51
10-15 cm	3,89	4,30	4,50	4,28	4,34	4,43
16-21 cm	3,97	-	4,37	4,27	4,26	4,55
20-30 cm	-	4,00	-	4,18	4,27	4,54
30-40 cm	-	3,80	-	4,18	4,22	4,60
40-50 cm	-	3,80	-	-	-	4,48

De bovengrond van perceel 2 blijkt inderdaad zeer zuur te zijn en sterk af te wijken van de andere percelen. Vermoedelijk behoren de percelen 1 en 2 tot het op de bodemkaart onderscheiden bodem type Vc. Op het aangrenzende perceel nr 3 waar het vochtonderzoek heeft plaatsgevonden evenals op perceel 13 is de pH reeds aanzienlijk hoger.

Perceel 16 type hVb met toemaakdek valt op door de hoogste pH zowel in de boven- als in de ondergrond, terwijl perceel 8 eveneens met toemaakdek meer overeenkomt met de perceelsnrs 3, 12 en 13 zonder toemaakdek.

Dit leidt tot de conclusie dat de pH niet zozeer afhangt van het toemaakdek maar meer van de aard van het oorspronkelijke veen. Binnen het ter-

rein van de proefboerderij lijkt het veen van zuidoostelijke in noordwestelijke richting van eutroof broekveen over te gaan in mesotroof broekveen.

Waar de vochtonttrekking hoofdzakelijk tot de laag 0-0,20 m - m.v. beperkt blijft (perc. 3 en 13) lijkt bij een 4,2 een kritische grens voor de beworteling bereikt te worden. Nader onderzoek op dit punt is gewenst om beter gefundeerde conclusies te kunnen trekken.

#### TOEPASSING VAN BEVLOEIING

In verband met het nijpend grastekort dat in de loop van de zomer van 1969 optrad werden begin augustus enige percelen bevloeid om de stagnatie in de grasgroei op te heffen. Dit gold zowel de grasgroei in de proefvakken met laag als met hoog peil. Met bevloeien kan op eenvoudige wijze worden uitgevoerd met behulp van een verplaatsbare pomp aangesloten op de aftakas van een trekker. Voorwaarde is dat men over voldoende water in de sloot beschikt.

Er wordt zoveel water opgebracht dat het land drassig wordt waarna de pomp langs de sloot wordt verplaatst. Vanwege de pannige ligging van het maaiveld stroomt het water naar het midden van het perceel. Op deze wijze kan een perceel van 50 m breedte van twee zijden uit geheel worden bestreken. De kosten bestaan hoofdzakelijk uit kosten voor trekker en de arbeidsuren van 1 man.

Daar het bevloeien een week later werd gevolgd door regen is het effect op de grasproductie gering geweest. Nadeling effect in verband met de draagkracht werd evenmin ondervonden.

In 1970 begon de groei in de droge maand juni te stagneren, ook nu zowel bij lage als bij hoge slootpeilen. Er werd overeengekomen om binnen het kader van de proef enkele percelen te bevloeien bij laag en hoog peil.

De vochttoestand van voor en na bevloeien wordt in fig. 9a en 9b weergegeven.

De bevloeiing vond op 22 juni plaats. Onmiddellijk hieraan voorafgaand werden op dezelfde dag de profielen bemonsterd. Dit werd 4 dagen later op 26 juni herhaald. Fig. 9a betreft perceel 3 met een slootpeil van 0,65 m - m.v. zonder toemaakdek en fig. 9b betreft perceel 9 met een

Fig. 9a

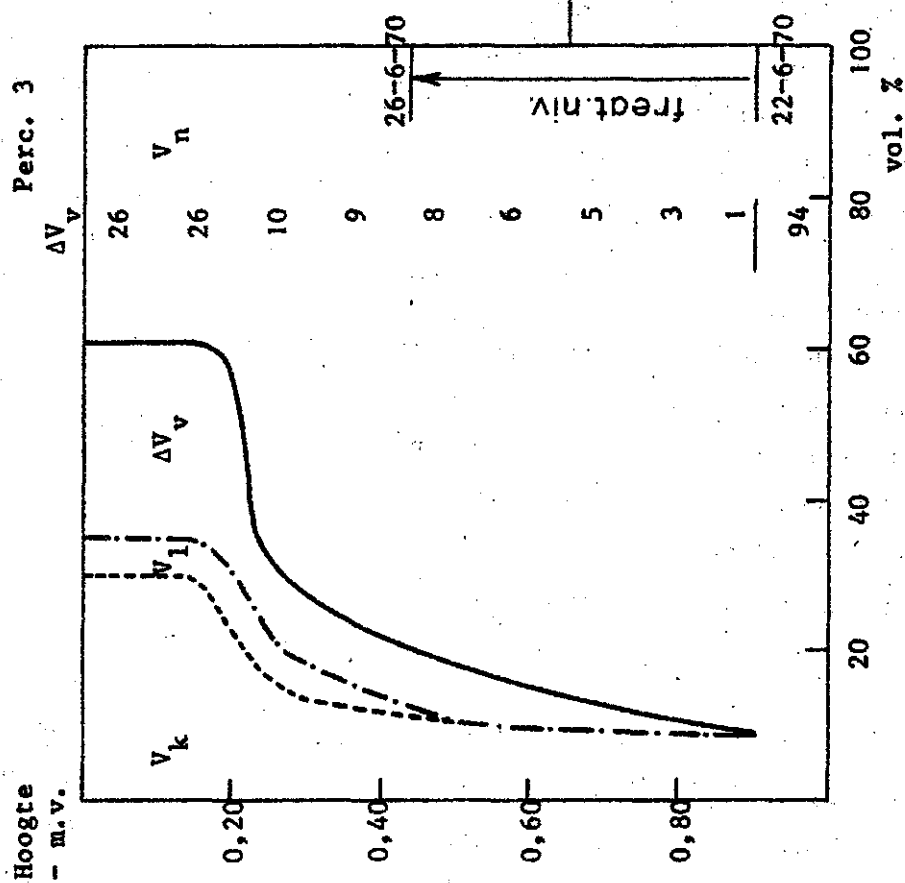


Fig. 9a. De toename in vochtgehalte ( $\Delta V_v$ ) na bevoeien bij een profiel zonder toemaakdek en laag slootpeil (0,65 m - m.v.)

Fig. 9b

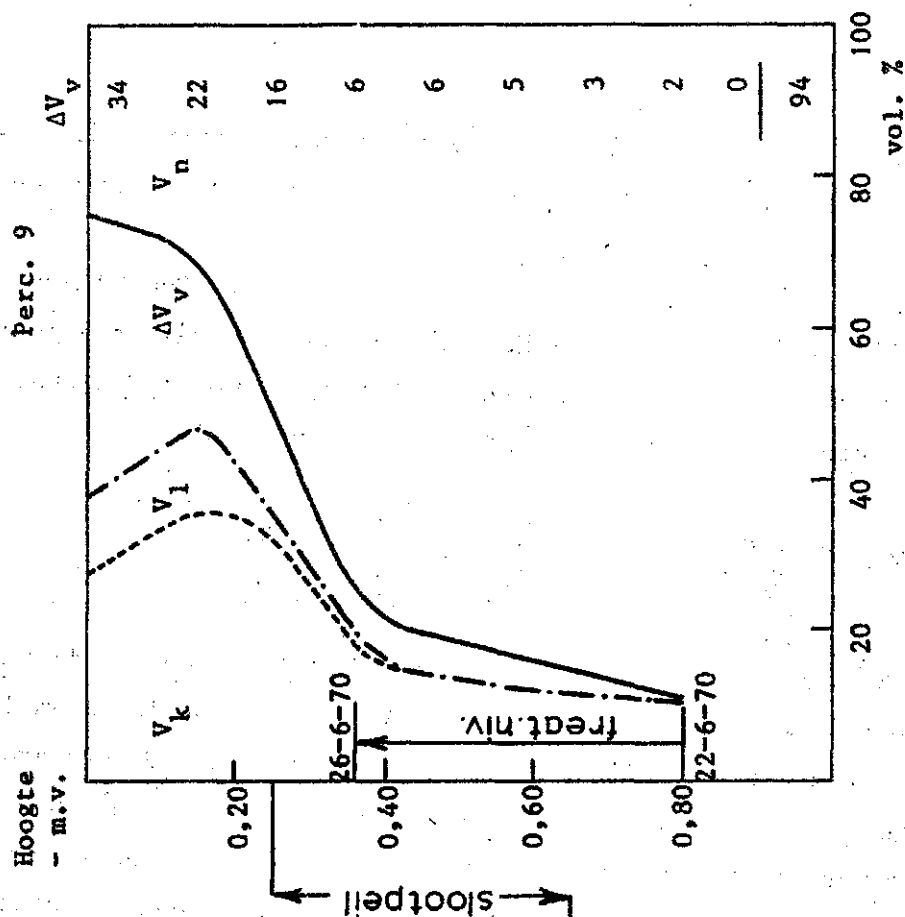


Fig. 9b. De toename in vochtgehalte ( $\Delta V_v$ ) na bevoeien bij een profiel met toemaakdek en hoog slootpeil (0,25 m - m.v.)

slootpeil van 0,25 m - m.v. en met toemaakdek. Het verloop van de vochtonttrekking in het profiel komt overeen met dat van de percelen 8 en 16 (zie fig. 8c en d). Ook hier is een effect van een dieper gaande worteling te zien.

Het bevoeien heeft wat de vochtvoorziening betreft het effect dat in beide profielen de hoeveelheid toegevoegd vocht ( $\Delta V_v$ ) volgens de situatie na 4 dagen 94 mm bedraagt.

Evenals in 1969 volgde een week na het bevoeien een regenperiode zodat er van een duidelijk effect op de opbrengst weinig meer te verwachten viel. Wel bleek de grasgroei na het bevoeien zich snel te herstellen. Ofschoon de draagkracht daalde tot ca.  $7,5 \text{ kg/cm}^2$  had dit geen nadelige gevolgen.

#### DE AFVOER

De elektrische onderbemalingspompen van de proefvakken met verlaagd peil verschaffen een mogelijkheid om de afvoer op eenvoudige wijze te berekenen en in verband te brengen met neerslag en grondwaterstand. Dit is mogelijk via het energieverbruik. De prestatie van de 2 pompen bedraagt voor proefvak 1-5 met een vermogen van 1 PK  $80 \text{ m}^3/\text{uur}$ . De prestatie van de pomp van proefvak 1-5 met een vermogen van 1 PK bedraagt  $80 \text{ m}^3$  per uur, dat is  $\frac{80}{0,736} = 109 \text{ m}^3$  per kWh.

Voor proefvak 15-20 bedraagt deze met een 2 PK motor en een capaciteit van  $140 \text{ m}^3$  per uur  $\frac{140}{2 \times 0,736} = 95 \text{ m}^3$  per kWh. De opvoerhoogte bedraagt 1,20 m.

Als gevolg van lekkage bij de damwand van proefvak 5 werd hier in de periode van zomer 1969 tot voorjaar 1970 gemiddeld 11 kWh per week extra energie verbruikt. Dit kwam overeen met een extra afvoer van  $2,8 \text{ m/etm}$ . Een correctie van 11 kWh per week was dus noodzakelijk.

De afvoer ( $q$ ) in mm/etm. is als volgt te berekenen:

$$q = \frac{e \times c}{t \times 0 \times 10}$$

e = energieverbruik in kWh per week.

voor proefvak 15-20      e = 109 m<sup>3</sup>/kWh

voor proefvak 1- 5      e = 95 m<sup>3</sup>/kWh

c = capaciteit in m<sup>3</sup> per kWh

t = tijd in dagen

O = oppervlakte in ha.

voor proefvak 1- 5      O = 6,2 ha

voor proefvak 15-20      O = 10,5 ha

Bij vergelijking van de aldus berekende afvoeren (q) met de hoogste grondwaterstand boven slootpeil (h) in de betreffende week blijkt volgens de fig. 10a en 10b in de winterperioden weinig verband te bestaan tussen q en h. Bij h = 0,30 à 0,35 m dat is bij een grondwaterstand van 0,35 m - m.v. kan de afvoer van 10 tot 50 mm per etmaal variëren.

Verwonderlijk is dat in deze perioden de grondwaterstand niet hoger stijgt dan tot 0,25 m - m.v. ondanks de geringe waterberging (5 tot 10 mm bij een grondwaterstand van 0,30 m - m.v.). Storingen tot maaiveld van het freatisch niveau tot maaiveld komen bij hoge slootpeilen regelmatig voor. Het verschijnsel is wel in overeenstemming met de draagkracht en ook met de bevindingen op andere proefobjecten.

Zelfs in weken met 40 tot 50 mm neerslag worden geen hogere grondwaterstanden waargenomen dan 0,25 m - m.v. De afvoer volgens het energieverbruik is in deze gevallen nagenoeg gelijk aan de neerslag, zie tabel 15.

Tabel 15. De afvoer (q in mm per week) in weken met 40 tot 50 mm neerslag (N) als functie van de hoogte van het freatisch niveau (h-m.v. is hoogte-maaiveld en h+sl.p. is hoogte boven slootpeil) volgens het energieverbruik (kWh per week)

Week	N	Perceel 16				Perceel 3			
		h-m.v.	h+sl.p.	kWh	q	h-m.v.	h+sl.p.	kWh	q
17- 2-70/23- 2-70	40	0,29-0,41	0,41-0,29	52	47	0,41-0,59	0,29-0,11	30	52
3-11-70/ 9-11-70	47	0,25-0,34	0,45-0,36	47	43	0,39-0,47	0,21-0,13	24	42
1-12-70/ 7-12-70	47	0,25-0,30	0,45-0,40	44	40	0,18-0,42	0,42-0,18	26	45

Ondanks een neerslagintensiteit van ca. 7 mm/etm. stijgt de grondwaterstand niet hoger dan tot ca. 0,25 m-m.v. Het feit dat onder deze omstandigheden geen plasvorming optreedt, de greppels betrekkelijk droog blijven en de draagkracht relatief goed blijft, wijst erop dat vermelde grondwaterstanden reël zijn en niet zijn toe te schrijven aan onvoldoende reacties van de waterstandsbuizen. De neerslag wordt blijkbaar zeer snel afgevoerd via de aanwezige krimp-scheuren in de daardoor sterk doorlatende bovengrond. Om meer inzicht in dit afvoerproces te verkrijgen lijkt nader onderzoek gewenst.

Ofschoon weinig of geen verband tussen y en h in de winterperioden valt te constateren wordt in de zomermaanden meer verband gevonden (zie fig. 10a en 10b).

Met een maximale drukhoogte (h) van 0,20 mm correspondeert in proefvak 1-5 een afvoer van ca. 20 mm en in proefvak 15-20 een afvoer van ca. 12 mm/week gemiddeld dus 16 mm/week.

Het verschijnsel dat volgens de fig. 10a en 10b in de winter en voorjaarsperiode een grotere drukhoogte wordt vereist voor een bepaalde afvoer dan in de zomer- en herfstperiode is waarschijnlijk eveneens toe te schrijven aan zwellings- respectievelijk krimpverschijnselen. Bij opzwellen in de winter zal de doorlatendheid binnen het bodemprofiel afnemen. Ook bij drainafvoeren werden dergelijke verschijnselen geconstateerd.

Wat de stromingsweerstand betreft wordt volgens de formule van Hooghoudt bij een slootafstand van 50 m de volgende kD-waarden berekend:

proefvak	h	q	kD
1 - 5	0,20 m	2,8 mm/etm.	44 m <sup>2</sup> /etm.
15 - 20	0,20 m	1,8 mm/etm.	28 m <sup>2</sup> /etm.



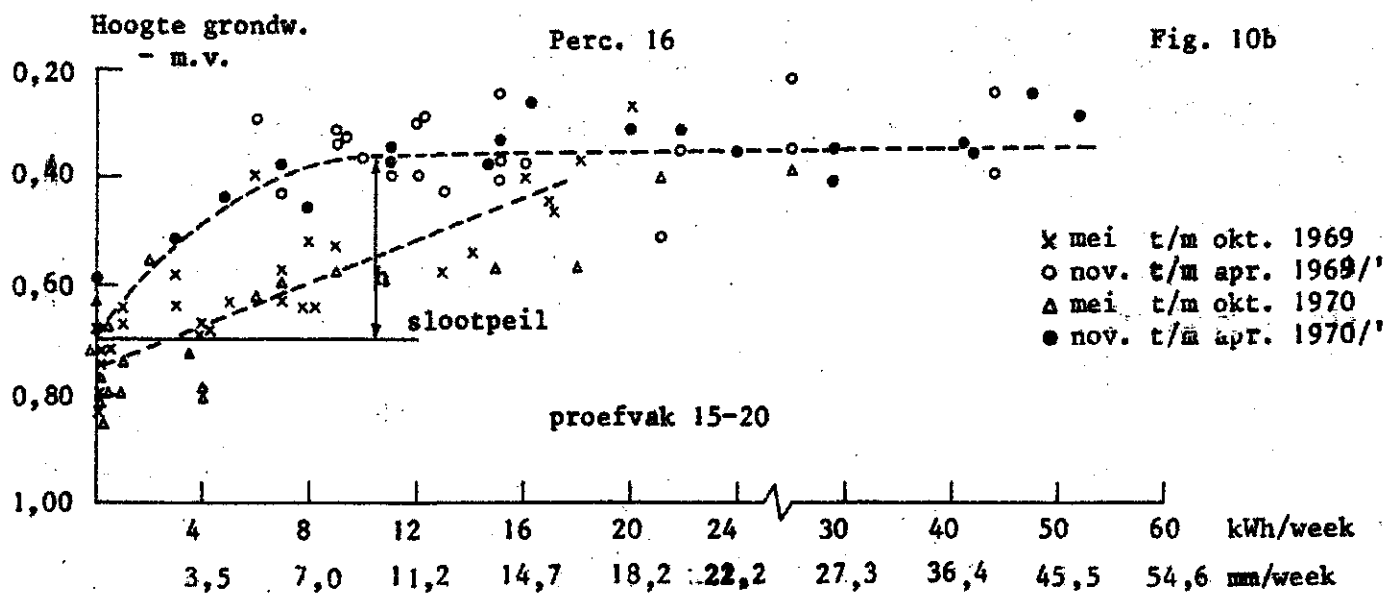
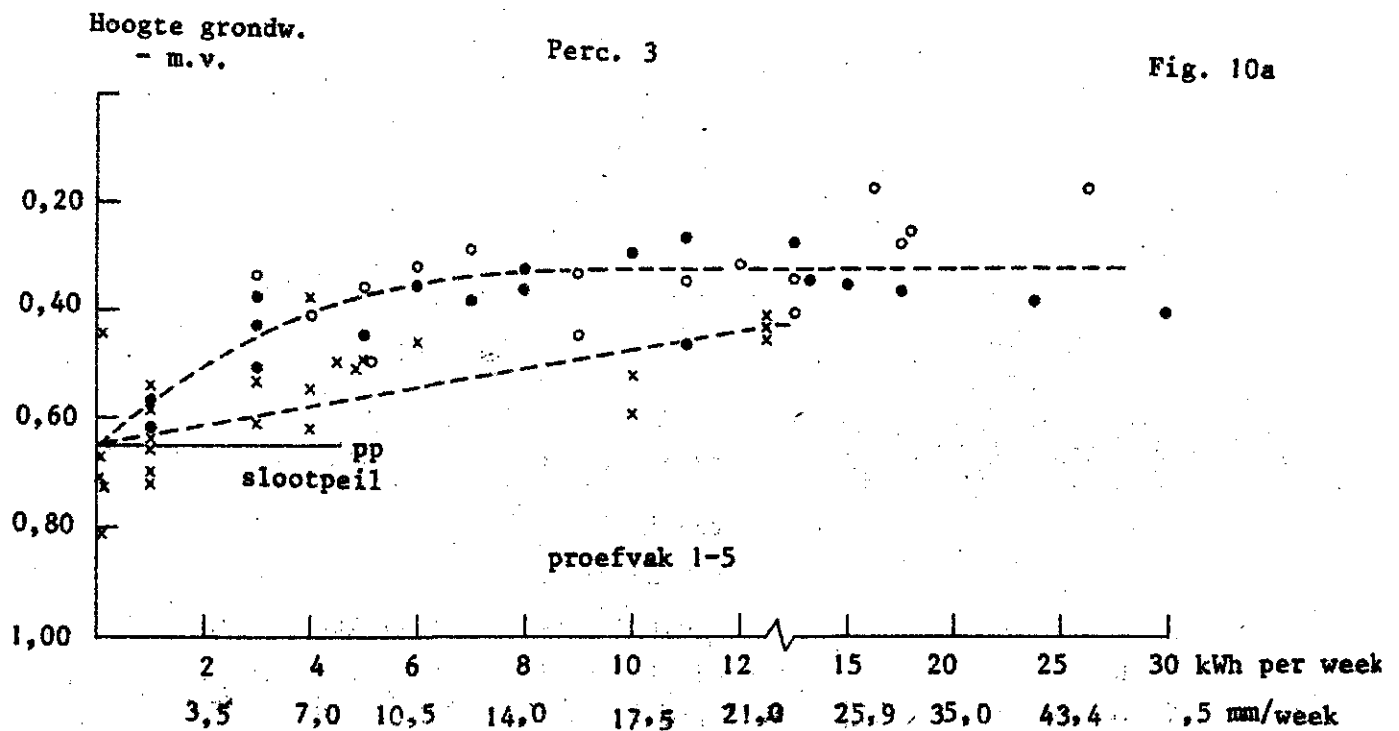


Fig. 10. De afvoer volgens het energieverbruik in kWh/week en mm/etm.  
als functie van de hoogte van het freatisch niveau boven slootpeil  
(h) voor proefvak 1-5 (fig. 10a) en proefvak 15-20 (fig. 10b).

In vergelijking met de in de Lopikerwaard berekende kD-waarden van ca.  $5 \text{ m}^2/\text{etmaal}$  (WESSELING, 1969; RIJTEMA, 1970) worden hier betrekkelijk gunstige waarden gevonden, als gevolg van een doorlatend veenpakket van 7 m dikte op een doorlatende zandondergrond zonder afsluitende kleilaag.

#### HET EFFECT VAN DRAINAGE

Zoals reeds eerder is beschreven werden de percelen met laag peil gedraineerd met gladde plastic-buis met  $\emptyset = 0,05 \text{ m}$  en bij grotere lengte dan 150 m met  $\emptyset = 0,07 \text{ m}$ . In afwijking van het oorspronkelijk plan werd als omhullingsmateriaal turfband gebruikt bestaande uit turfmoel op kunstvezel namelijk acryl, merk Fultaan, in plaats van gewone turfmoel.

De drainafstand was afhankelijk van de perceelsbreedte. Bij een slootafstand van 25 m werd geen drainreeks gelegd, bij slootafstanden van 30 tot 45 m 1 reeks en bij 45 tot 50 m 2 reeksen. Gemiddeld bedroeg de onderlinge afstand respectievelijk de afstand tot de sloot ca. 20 m. De reeksen werden bij voorkeur in bestaande greppels gelegd.

In proefvak 1-5 ligt het drainniveau op gemiddeld 3,00 m-NAP zodat de drains bij een slootpeil van 2,85 m-NAP geheel onder water liggen. Perceel 20 neemt wat de drainage betreft een speciale plaats in vanwege de overlangse splitsing in een 'natte' oostelijke helft en een 'droge' westelijke helft. De westelijke helft werd met 3 drains gedraineerd waarbij de afstand van de middelste drain tot beide andere 12 m bedraagt. Bovendien bleef de oostelijke grenssloot op hoog peil en werd het peil van de westelijke grenssloot verlaagd tot 0,70 m - m.v. Het drainniveau ligt in proefvak 15-20 op 2,90 m-NAP. De uitmondingen liggen hier boven slootpeil zodat zij blijkbaar hoger liggen dan de drainreeks in zijn geheel.

Van de middelste reeks op perceel 20 werden diverse keren afvoeren gemeten waarvan het resultaat is weergegeven in fig. 11 in vergelijking met de drukhoogte  $h$  midden tussen de reeksen. De afvoer is uitgedrukt in  $\text{m}^3$  per etmaal per lengte-eenheid van 100 m om de afvoer onafhankelijk van de oppervlakte te kunnen vergelijken met die van sloten. Daarnaast is de afvoer uitgedrukt in mm/etmaal bij de gegeven oppervlakte. Hier-

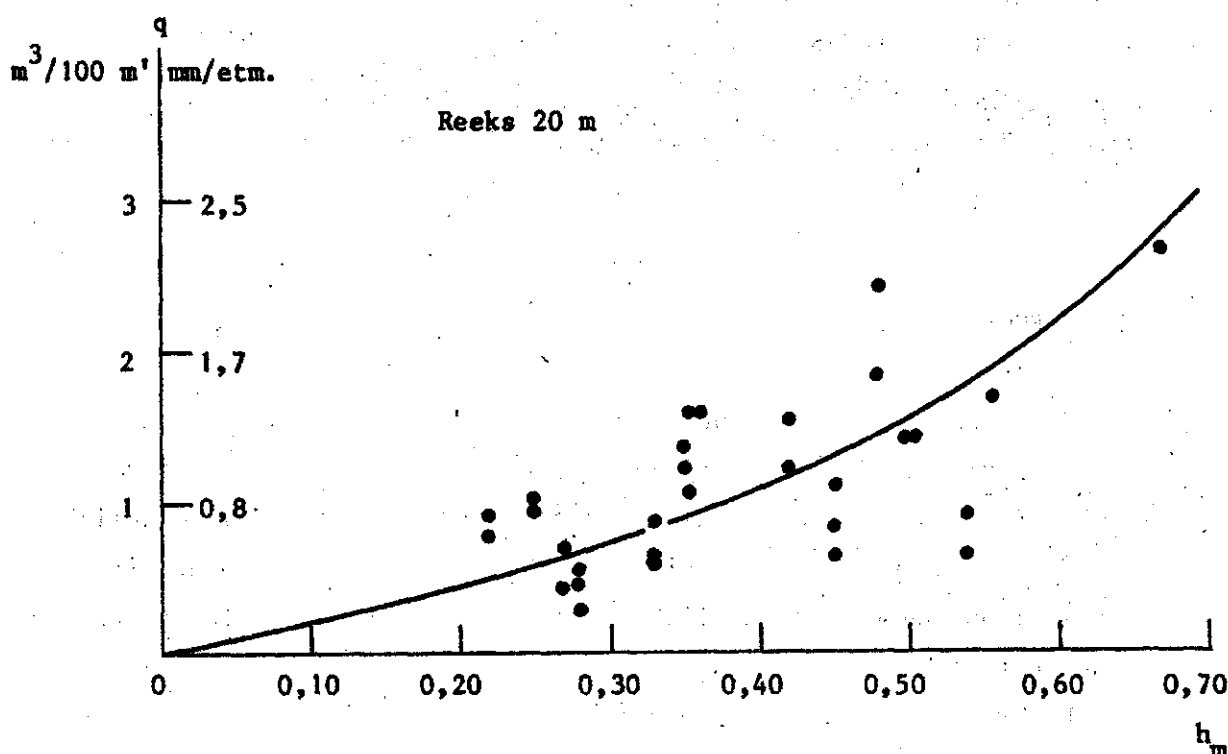


Fig. 11. De afvoer ( $q$ ) van een drainreeks als functie van de drukhoogte ( $h$ )

bij blijkt bij  $h = 0,35$  m  $q$  niet meer bedraagt dan  $0,8$  mm/etmaal en bij  $h = 0,60$  m waarbij de grondwaterstand het maaiveld bereikt is  $q$   $1,9$  mm/etmaal.

Wanneer de drain van perceel 20 representatief kan worden geacht voor alle aanwezige drains kan de afvoer bij een bepaalde drukhoogte worden vergeleken met die van sloten.

De slootafvoer kan berekend worden als het verschil van de totale afvoer en drainafvoer. Hierbij wordt uitgegaan van  $h = 0,30$  m en  $h = 0,60$  m waarbij in het laatste geval de grondwaterstand ongeveer tot maaiveld staat. De totale oppervlakte ( $O$ ) en de lengte van de drainreeksen ( $L_{dr}$ ) en van de sloten ( $L_{sl}$ ) is voor de 2 proefvakken als volgt:

Proefvak	$O$	$L_{dr}$	$L_{sl}$
1 - 5	6,2 ha	1130 m	1415 m
15 - 20	10,5 ha	3450 m	1610 m

De afvoer in afhankelijkheid van de drukhoogte kan voor de totale afvoer van drain + sloten ( $q_t$ ) worden afgelezen uit de fig. 10a en 10b volgens het verloop in de winterperiode.

In het geval  $h = 0,60$  m is de gemiddelde maximale afvoer genomen

die is voorgekomen bij een regenval van 40 tot 50 mm per week. Bij normale reactie van grondwaterstand op de neerslag had men in deze omstandigheden grondwaterstanden tot aan maaiveld kunnen verwachten.

De totale afvoer van drains plus sloten ( $q_t$ ) bedraagt:

proefvak	h in m	q in mm/etm.	0 in ha	$q_t$ in m <sup>3</sup> /etm.
1 - 5	0,30	1,5	6,2	93
1 - 5	0,60	6,2	6,2	384
15 - 20	0,30	1,0	10,5	105
15 - 20	0,60	5,8	10,5	610

De afvoer van de drains ( $q_{dr}$ ) bedraagt:

proefvak	h in m	q in m <sup>3</sup> /etm./m	$L_{dr}$ in m	$q_{dr}$ in m <sup>3</sup> /etm.
1 - 5	0,30	0,0075	1130	9
1 - 5	0,60	0,0225	1130	25
15 - 20	0,30	0,0075	3450	26
15 - 20	0,60	0,0225	3450	78

De slootafvoer ( $q_{sl}$ ) bedraagt  $q_t - q_{dr}$  zodat:

proefvak	q	$q_{sl}$ in m <sup>3</sup> /etm.	$L_{sl}$ in m	$q_{sl}$ in m <sup>3</sup> /etm./m
1 - 5	0,30	84	1415	0,059
1 - 5	0,60	359	1415	0,252
15 - 20	0,30	79	1610	0,049
15 - 20	0,60	632	1610	0,330

De verhouding van drainafvoer tot de slootafvoer per lengte-eenheid is dan:

vak	h = 0,30 m	h = 0,60
1 - 5	1:7,9	1:11
15 - 20	1:6,5	1:15

De afvoer van de drain bedraagt dus slechts 13 tot 15 % van de slootafvoer per eenheid van lengte bij een drukhoogte van 0,30 m en bij grondwaterstanden tot maaiveld niet meer dan 7 tot 9 %.

Deze verhouding is goed in overeenstemming met een onderzoek naar de verhouding van drain- en slootafvoeren, gebaseerd op een groot aantal debietmetingen zowel van sloten als van drains in het veenweidegebied ten noorden van Zwolle. Hier werd gemiddeld een verhouding berekend van 1:9 dat is 11,5 % (NOTA ICW nr 536, 1969).

Het betrof hier een drainage bestaande uit plastic- en aarden buizen, beide met turfmoelm-omhulling.

## INTREE-WEERSTAND BIJ BUISDRAINAGE

In verband met een niet aan de verwachtingen beantwoordend effect van de drainage werd een onderzoek ingesteld naar de intree-weerstand ( $w_i$ ). Bij een drukhoogte van  $h = 0,60$  m bedroeg de afvoer niet meer dan 1,9 mm/etmaal volgens de middenreeks op perceel 20.

Bij metingen van drukhoogtes in de drainbuis ( $h_i$ ) en naast de buis ( $h_p$ ) werden de volgende drukhoogteverschillen gevonden ( $\Delta h$ ).

perceel 3 <sub>o</sub>	0,10 tot 0,15 m	3 <sub>w</sub>	0,10 - 0,25 m
16 <sub>o</sub>	0,05 tot 0,10 m	16 <sub>w</sub>	0,10 - 0,20 m
20 <sub>o</sub>	0,30 tot 0,65 m	20 <sub>w</sub>	0,20 - 0,35 m

Een drukhoogteverschil van 0,05 m wordt toelaatbaar geacht, zodat kan worden geconcludeerd dat de intree-weerstanden vrij hoog zijn, speciaal op perceel 20.

Volgens berekening met de formule van Alena

$$w_i = \frac{1}{8640} L \times \Delta h \times q$$

waarbij  $L$  = drainlengte in m

$\Delta h$  = drukhoogteverschil in cm

$q$  = afvoer in sec. per liter

varieert  $w_i$  bij reeks 20 oost van 25 tot 72 etmaal per m en bij reeks 20 midden van 12 tot 55.

De hoge  $w_i$ -waarden worden hier waarschijnlijk veroorzaakt door het gebruikte omhullingsmateriaal, namelijk acrylvezel. Dit vormt tenminste in veengrond, na verloop van tijd een verdichte afsluitende laag zoals bij opgravingen is gebleken.

## SAMENVATTING

Overeenkomstig een door het ICW opgesteld plan werden in het voorjaar van 1969 op de proefboerderij te Zegveld 2 proefvakken met een hoog slootpeil (0,20 tot 0,30 m - m.v.) ingericht en 2 proefvakken met een laag slootpeil (0,60 tot 0,70 m - m.v.). De totale oppervlakte bedraagt 30 ha.

In verband met de hogere eisen die aan de grond worden gesteld als

gevolg van de intensivering en mechanisatie van het moderne weidebedrijf wordt hier het effect van peilverlaging bestudeerd in bedrijfsverband. Het gaat hierbij niet alleen om de betekenis van de peilverlaging ten opzichte van afzonderlijke technische problemen maar ook om het effect op de totale bedrijfsvoering. Hiertoe is de proefboerderij gesplitst in twee bedrijven, een 'nat' en een 'droog' bedrijf waarbij de veestapel in 2 gelijkwaardige koppels is verdeeld en de exploitatie gescheiden echter onder een éénhoofdige leiding wordt uitgevoerd.

Voor zover het onderzoek betrekking heeft op de bruto- en netto grasproductie wordt dit verricht door het Proefstation voor de Akker- en Weidebouw en wordt vanaf 1971 overgenomen door het Proefstation voor de Rundveehouderij. De hydrologische en bodemkundige aspecten van de peilverlaging worden door het ICW bestudeerd.

Bij het traditionele slootpeil van 0,20 tot 0,40 m - m.v. bij de veenweidegronden zonder kleidek verkeert de grond vanaf november tot en met maart constant in drassige toestand, terwijl deze situatie in de maanden augustus tot en met oktober zich voor ca. 25 % van de tijd voordoet. De drassige toestand treedt op bij grondwaterstanden hoger dan 0,30 m - m.v. Hierbij wordt de grond vertrappingsgevoelig en slecht berijdbaar met nadelige gevolgen ten opzichte van exploitatie en beweiding. De draagkracht zakt dan beneden de vereiste norm van  $6 \text{ kg/cm}^2$ . Het onderzoek op de proefboerderij leidt tot de volgende conclusies:

1. Het slootpeil van 0,60 tot 0,70 m - m.v. heeft in combinatie met drainage vanaf het begin dat deze peilen werden gerealiseerd dat is vanaf april 1969 tot heden (juni 1971) steeds voldaan aan de eisen die aan de grondwaterstand werden gesteld. Als eis geldt dat de grondwaterstand een hoogte van 0,30 m - m.v. niet mag overschrijden. Zelfs bij neerslaghoeveelheden van 40 tot 50 mm per week werd deze norm niet overschreden behoudens een tiental dagen in februari 1970.
2. Bij het slootpeil van 0,20 tot 0,30 m - m.v. vond zowel in de winter van 1969-'70 als van 1970-'71 voor 100 % van de tijd overschrijding plaats. Voor de maanden maart tot en met mei bedroeg dit percentage zowel in 1969 als in 1970 70 %. Het voorjaar van 1971 was zeer droog zodat in dit jaar alleen gedurende maart de grond in drassige toestand verkeerde. In de herfst van 1969 alsook van 1970 kwam deze situatie als gevolg van de gunstige weersomstandigheden zich niet voor behoudens in oktober 1970 op de laagst gelegen percelen bij een

drooglegging van 0,20 m - m.v.

3. In verband met mogelijke inklinking als gevolg van peilverlaging zij opgemerkt dat de zomergrondwaterstand bij een slootpeil van 0,20 m - m.v. maximaal tot 0,70 m - m.v. zakt. Bij een slootpeil van 0,70 m - m.v. zakt deze tot 0,95 m - m.v. De daling van de zomergrondwaterstand bedraagt hier ca. 50 % van de peilverlaging.
4. Een onvoldoende draagkracht van de grond had tot gevolg dat in de natte herfst van 1967 het vee vanaf 13 oktober werd opgesteld, terwijl dit in 1968 reeds op 30 september plaats vond ondanks dat nog veel gras beschikbaar stond. In het natte voorjaar van 1969 werd na veel neerslag het vee op 19 mei weer opgesteld. Dit herhaalde zich voor het 'natte' object van 4 tot 9 juni, waarbij wegens onberijdbaarheid gras van het 'droge' object werd gebruikt voor voeding. Het najaar van 1969 evenals van 1970 leverden geen moeilijkheden op. Het natte voorjaar van 1970 had wegens onvoldoende draagkracht tot gevolg dat de stikstofbemesting bij hoog peil pas een maand later kon worden toegediend dan bij laag peil.
5. Als gevolg van het uitbaggeren van de sloten in het natte voorjaar van 1969 op het 'droge object' startte dit object bij de aanvang van de proef met een achterstand van 20 % opbrengstderving van de grasproduktie in de eerste snede.  
Voor verdere consequenties ten aanzien van de netto-opbrengst zij verwezen naar de betreffende rapporten van het Proefstation voor de Rundveehouderij.
6. Zowel in het eerste als in het tweede jaar van onderzoek deed zich een langdurige droge periode voor namelijk van half juli tot half augustus in 1969 en de maand juni in 1970. Als gevolg hiervan stagneerde de grasproduktie zowel bij hoog als bij laag peil. Om deze reden werd zowel in 1969 als in 1970 tot bevoeding overgegaan van enige percelen. Ofschoon de grasgroei zich aanvankelijk snel herstelde ging het effect verloren door een week later volgende neerslag, zowel in 1969 als in 1970.  
Door het bevoeden werd ongeveer 100 mm vocht aan het bodemprofiel toegevoegd. De draagkracht bleef hierbij voldoende.

7. Volgens Stiboka (Kaartblad 31 west) behoort het bodemprofiel op de boerderij hoofdzakelijk tot de 'eerdveengronden' dat in noord-westelijke richting overgaat in de zogenaamde 'rauwveengronden'. Daarbij bezit de westelijke helft van de proefboerderij een duidelijk toemaakdek in tegenstelling met de oostelijke helft. In verband met een diepergaande beworteling op de westelijke helft blijkt aan dit profiel ongeveer 120 tot 150 mm vocht onttrokken te kunnen worden afhankelijk van het slootpeil. Op de oostelijke helft wordt in droge perioden 80 tot 100 mm opgenomen. Bij een verschil van ca. 40 mm minder opgenomen vocht is de oostelijke helft dus aanzienlijk droogtegevoeliger. Ook de zuurgraad van de grond kan hierbij een rol spelen gezien de moeilijkheden met herinzaai van enige percelen met een  $\text{pH} < 4,0$ .
8. Bij een slootpeilverlaging van 0,20 tot 0,70 m - m.v. neemt in het voorjaar bij hydrostatisch evenwicht de hoeveelheid opneembaar vocht met ca. 20 mm af, terwijl de mogelijkheid van waterbering met hetzelfde bedrag toeneemt. De toename van het luchtgehalte bepaald in sterke mate de draagkracht.
9. De afvoer van overtollige neerslag lijkt bij eenheid van lengte voor ca. 90 % plaats te vinden via de sloten en slechts voor ca. 10 % via de drainreeksen.
10. De onvoldoende afvoer van de drainreeksen moet waarschijnlijk toegeschreven worden aan hoge intree-weerstand als gevolg van het dichtslibben van het hier gebruikte omhullingsmateriaal i.c. turf-molm op kunstvezelband, met name op acryl.



## LITERATUUR

- BOXEM, Tj. Verslag van het onderzoek onder bedrijfsomstandigheden op de Proefboerderij Zegveld over 1968/1969 (Aanloopjaar).  
Rapport P.A.W. nr 286 augustus 1969.
- Verslag van het onderzoek op de proefboerderij 'Zegveld' over het jaar 1969/1970.
- Rapport Proefstation voor de Rundveehouderij nr 5 februari 1971.
- RIJTEMA, P.E. en J. PANKOW. De resultaten van het waterbalansonderzoek in 1968 in Hoenkoop. Nota ICW nr 567, 1970.
- SCHOTHORST, C.J. en J. BEUVING. Verslag van een proefobject voor diepere ontwatering van veengrasland in N.W.Overijssel. Nota ICW nr 536, 1969.
- Plan voor waterbeheersing op de proefboerderij 'Zegveld' Nota ICW nr 419 12-9-1967.
- en Th.J. LINTHORST. Plan en begroting van kosten voor een waterbeheersingsproef te Zegveld. Nota ICW nr 420 13-9-1967.
- Zakking van maaiveld in het Zegvelderbroek. Nota ICW nr 604 1971.
- WESSELING, J. Enkele resultaten van het hydrologisch onderzoek op het ontwateringsobject te Hoenkoop. Nota ICW nr 510, 1969.
- STIBOKA. Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000 Blad 31 West, Utrecht, 1969.